Directrices para la ordenación de los bosques tropicales

ESTUDIO FAO MONTES

135

1. Producción de madera

Basado en el trabajo de
Ian Armitage
Consultor

Dirección de Recursos Forestales
Departamento de Montes

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación



Roma, 1999

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-36
ISBN 92-5-304123-4

PRÓLOGO

Esta publicación se ha elaborado respondiendo a una petición de la 12ª Reunión del Comité de Montes de la FAO (13-16 de marzo de 1995) que solicitó un manual sobre ordenación de bosques tropicales, destinado al asesoramiento de los servicios forestales y del responsable de la ordenación del bosque tropical (ordenador).

Teniendo en cuenta que la ordenación sostenible de los bosques supone la provisión de una serie de productos y servicios, esta publicación está enfocada al mantenimiento e incremento de las funciones productivas de los bosques tropicales y trata en profundidad los aspectos prácticos de la ordenación de los bosques tropicales cuyos productos principales son la madera en general y la madera industrial en particular.

La importancia de las funciones productivas de los bosques fue reconocida una vez más en las conclusiones del XI Congreso Forestal Mundial (Antalya, Turquía, 1997) que declaran que: "la ordenación de los bosques tropicales del mundo basada en su sostenibilidad es uno de los más fundamentales desafíos que afronta la humanidad; uno de sus principales objetivos continúa siendo la ordenación para la producción de madera, pero dedicando una atención creciente a la sostenibilidad de otros bienes y servicios que proporcionan estos bosques".

Este documento viene a complementar otras publicaciones de la FAO ya disponibles, incluyendo los Estudios FAO Montes Nos. 53, 55, 88, 89, 101, 107, 117 y el Código Modelo de la FAO para la Ejecución de Aprovechamientos Forestales. Se pretende que esta publicación vaya seguida de otras que están actualmente en preparación: Ordenación de los Bosques Tropicales: II. Producción de Productos No Maderables; y "Planificación del Uso y Conservación del Bosque".

La FAO espera que esta publicación, que define y describe las medidas prácticas para una ordenación más eficaz y eficiente del bosque tropical, contribuya a largo plazo a mejorar la calidad de las operaciones forestales de campo y ayude a aumentar la superficie de bosques tropicales sometidos a una ordenación planificada y bien fundada en todas las regiones tropicales.

Jean Clément
Director
Dirección de Recursos Forestales
Departamento de Montes

AGRADECIMIENTOS

La FAO desea agradecer el excelente trabajo realizado por el Sr. Ian Armitage, autor principal del documento. Además, agradece sinceramente a las personas que a continuación se mencionan por su colaboración en la revisión y por sus valiosos comentarios en la preparación del manual: Jean-Paul Lanly, iniciador y defensor de la idea, y actualmente Presidente de la Sección "Bosques, Madera y Naturaleza", Consejo General del Desarrollo Rural, Aguas y Bosques, Ministerio de Agricultura y Pesca, París, Francia; B. von der Heide, GTZ, y Thang Hooi Chiew, Departamento Forestal de Malasia; B. Hahn-Schilling, FOMISS-GTZ, Sarawak, Malasia; M. Kleine, Proyecto Malasio-Germano sobre Ordenación Forestal Sostenible; Niro Higuchi, INPA, Manaus, Brasil; Richard Bruce, Selva Madera Ltda., Brasil; Tim van Eldik, Precious Woods, Brasil; el Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR), Indonesia; y la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Japón.

Diversos colegas del Departamento de Montes de la FAO participaron estrechamente en el trabajo, reconociéndoseles también su ayuda y apoyo individual y colectivo. Finalmente, se le agradece al Sr. Fernando Barrientos por la traducción de este documento al español.

ÍNDICE

Anexos

Anexo **Página**

SIGLAS

AAP	Árboles de aprovechamiento potencial
CAA	Corta anual admisible o posibilidad
CCA	Crecimiento corriente anual (m^3/ha/año)
CIFOR	Centro Internacional de Investigación Forestal
CMA	Crecimiento medio anual (m^3/ha/año)
ERP	Estimación rural participativa
ERR	Estimación rural rápida
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCD	Flujo de caja descontado
GPS	Sistema de posicionamiento global
IFC	Inventario forestal continuo
OIMT	Organización Internacional de las Maderas Tropicales
ONG	Organización no gubernamental
PFNM(s)	Productos forestales no maderables
PIB	Producto interior bruto
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPM	Parcela Permanente de Muestreo
SAC	Superficie anual de corta
SIG	Sistema de información geográfica
TIR	Tasa interna de rendimiento
VAN	Valor actual neto
VVEP	Valoración, vigilancia y evaluación participativas

ABREVIATURAS

dap	diámetro a la altura del pecho (1,3 metros sobre el nivel superior del terreno) o diámetro normal
ha	hectárea
km^2	kilómetros cuadrados
m	metros
m^3	metros cúbicos
mill	millones
m^3/ha	metros cúbicos por hectárea
p/ha	pies por hectárea
vol	volumen

INTRODUCCIÓN

Sección **Página**

INTRODUCCIÓN

1 Finalidad de las Directrices

Antecedentes.

La extensión de los bosques tropicales ordenados expresamente a escala operativa para la producción sostenible de madera es muy pequeña, a escala mundial, limitándose probablemente al cinco por ciento de la superficie total de bosque tropical. Los avances en el establecimiento de planes estables y duraderos de ordenación forestal son tan lentos que tienen actualmente poco efecto en la disminución general y en la calidad de los bosques tropicales. Estas *Directrices* se han redactado como una respuesta parcial a este problema.

La ordenación forestal sostenible significa que se atiende debidamente y de forma integrada a los aspectos productivos, protectores, sociales y ambientales. Los esfuerzos internacionales recientes se han concentrado en facilitar el seguimiento de los efectos de la ordenación forestal mediante la especificación de criterios definidores de la sostenibilidad; y en identificar los correspondientes indicadores cuantitativos, cualitativos y descriptivos a utilizar como instrumentos para el seguimiento y evaluación tanto de los efectos de la ordenación forestal como de las posibles acciones adoptadas como remedio para mejorar las estrategias y metodologías de ordenación, a fin de cumplir mejor los fines pretendidos (véase el Anexo 1).

Estas *Directrices* pretenden servir como asesoramiento referente sobre todo a uno de los siete u ocho criterios que se suelen utilizar para la ordenación forestal sostenible: las funciones productivas del bosque y, más específicamente, sobre la producción de madera industrial, madera en general y productos maderables procedentes de los ecosistemas forestales.

En la actualidad se está preparando un volumen, que acompañará a éste, sobre la ordenación de los bosques tropicales para la producción de productos no maderables. El Estudio FAO Montes Nº. 107, "La Conservación de los recursos genéticos en la ordenación del bosque tropical " (FAO 1993), revisa

a su vez los principios y conceptos referentes a los aspectos genéticos de la ordenación del bosque tropical. Existe también y continúa elaborándose documentación sobre la planificación de la ordenación forestal y sobre los aspectos socioeconómicos de la ordenación del bosque tropical que servirá como información complementaria a este respecto.

La principal finalidad de estas *Directrices* es promover y fomentar una mayor aplicación de los sistemas de ordenación forestal para la producción de madera a fin de conseguir que los bosques tropicales mejoren la contribución del sector forestal como componente del desarrollo sostenible económico y social. Se espera que estas *Directrices* atiendan la necesidad de orientación sobre procedimientos y prácticas para que los responsables de la ordenación que trabajan en los bosques tropicales o en estrecha relación con ellos, puedan planificar y realizar operaciones cuyo principal objetivo es la producción de madera, dentro del más amplio marco de una estrategia total en la que se incorporen de forma integral los diversos componentes de la sostenibilidad.

Usuarios Previstos

Los principales usuarios de estas *Directrices* serán los dedicados a la planificación y ordenación forestal a nivel operativo. Serán usuarios probables los oficiales forestales gubernamentales a nivel de distrito, los ordenadores y supervisores de concesiones, los ordenadores y planificadores de bosques de propiedad privada, los supervisores de empresas de explotación forestal y transformación de la madera y los supervisores forestales de comunidades locales y organizaciones no gubernamentales que tengan una función gestora en bosques tropicales. Naturalmente, no se limitarán a estos usuarios predominantemente de campo. Otros serán estudiantes forestales, profesores y personal dedicado a la planificación del desarrollo del sector forestal y al desarrollo de las políticas correspondientes. Hay que hacer comprender a los usuarios que la producción de madera constituye uno de los muchos usos y funciones, mutuamente complementarios y generalmente compatibles, de los bosques y ecosistemas forestales, y que la ordenación para la producción de madera debe estar invariablemente dentro del marco más amplio de la ordenación forestal.

Alcance de las Directrices

Dentro del marco de la ordenación forestal sostenible, estas Directrices comprenden la ordenación de los bosques tropicales para la producción de madera, porque estos bosques constituyen una de las principales fuentes de madera de los países tropicales en desarrollo y, lo que es igualmente importante, porque existe una necesidad apremiante de someterlos a una ordenación bien planificada. El énfasis dedicado a la producción de madera se debe al reconocimiento de que la madera industrial y otros productos maderables de los bosques tropicales están sujetos a una fuerte y continua demanda a escala mundial y que se puede producir madera rentablemente a partir de ellos, sobre una base sostenible, mediante una ordenación cuidadosa que considere también debidamente los otros valores de los ecosistemas forestales. Es un hecho demostrado que, en la mayoría de los casos, los ingresos procedentes de la producción de madera pueden constituir la fuente más segura de financiación para el mantenimiento de la serie de servicios ambientales que pueden proporcionar los bosques tropicales.

Las *Directrices,* al centrarse sobre todo en el criterio del mantenimiento de las funciones productivas del bosque, y más específicamente en la producción de madera y productos no maderables, pretenden ser de carácter práctico y servir de asesoramiento sobre la forma de planificar y ordenar los bosques tropicales para la producción sostenible de madera. Se destacan más los principios que los detalles, permitiendo con ello que los usuarios potenciales adapten las orientaciones ofrecidas a su propia situación local. No se hace una exposición completa de las nuevas metodologías que se están desarrollando para la ordenación forestal. Se ha pretendido que las *Directrices* sean relativamente sencillas y orientadas a los problemas básicos referentes a *cómo* puede planificarse y ejecutarse en la práctica y a nivel operativo la producción de madera en los bosques tropicales. Es una respuesta a una necesidad expresada de orientación básica fundamental sobre los temas referentes a la producción sostenible de madera en los bosques tropicales, que no son fáciles de conseguir. Como se puede comprender, es difícil en el momento actual incluir en una sola publicación todos los aspectos de la ordenación forestal sostenible y estas *Directrices* no lo pretenden.

Es un hecho reconocido que las consideraciones ambientales y sociales son importantes al planificar un método equilibrado de ordenación sostenible de bosques tropicales para la producción de madera. Las *Directrices* consideran, hasta cierto punto, la conservación del suelo, del agua y de la diversidad biológica y los intereses de las comunidades dependientes del bosque.

Las *Directrices* pueden leerse en su totalidad con el fin de lograr una visión integral de las medidas incluidas en el mantenimiento y utilización sostenible de las funciones productivas del bosque tropical, o acudir a cada una de sus partes para analizar los detalles de etapas específicas de la ordenación orientadas a la producción de madera. En cada parte se relacionan libros, documentos e informes seleccionados que tienen relación con los temas incluidos en la misma. Éstos contienen referencias sobre la información presentada en las *Directrices* a las que se puede acudir para mayor detalle sobre temas concretos. Las *Directrices* complementan otras publicaciones que están actualmente en preparación en otros lugares. Cada una tiene su propio enfoque pero en su conjunto se espera que contribuyan al fin de lograr una ordenación forestal tropical sostenible que tenga valor permanente para las comunidades forestales, los propietarios forestales y aquellos otros que tengan interés directo en estos bosques. Se han aprovechado los conocimientos y experiencias existentes en las zonas tropicales de Asia, África y América.

No hay un modelo universal para la ordenación de bosques tropicales

Hay dos fuertes argumentos en apoyo de la ordenación para la producción de madera de los bosques tropicales naturales. El primero consiste en que en muchas zonas tropicales no se encuentran alternativas de uso del territorio que sean ecológicamente satisfactorias frente a los bosques naturales, porque son demasiado pobres para la agricultura. En segundo lugar, la madera de las cualidades que se encuentran en muchos tipos de bosques tropicales no se puede producir tan económicamente, con las grandes dimensiones o en las cantidades requeridas para atender las necesidades actuales y futuras de la industria, mediante plantaciones de ordenación intensiva en las mismas zonas de suelos pobres. El mantenimiento del terreno bajo una cubierta forestal permanente y la adopción de una ordenación basada en el rendimiento

sostenido, dentro de un plan general de ordenación forestal sostenible, suele ser la estrategia más apropiada de desarrollo a largo plazo.

Las importantes diferencias entre los países, de carácter político, legislativo, técnico, económico y social, motivan que cada país tenga que resolver a su manera el desafío de determinar una estrategia eficaz de desarrollo.

Debido precisamente a esta gran variación, no puede haber un solo enfoque o método para conseguir la ordenación sostenible de los bosques tropicales cuando la producción de madera es el objetivo principal. Aunque estas *Directrices* no exponen todos los métodos o técnicas que pueden aplicarse para conseguir una ordenación forestal de mejor calidad y de mayor extensión, se pretende con ellas describir los principios, sistemas y una serie de métodos prácticos que pueden adoptarse para ayudar a mejorar los sistemas de ordenación referentes al criterio relativo a la producción de madera. La flexibilidad y adaptación de los principios y recomendaciones permitirán a los ordenadores o gestores forestales nacionales desarrollar sus propios métodos para la ordenación forestal, considerando las oportunidades y limitaciones de cada caso.

Aunque no hay un modelo universal para la ordenación sostenible de los bosques tropicales, hay un conjunto considerable de conocimientos y experiencias procedentes de las zonas tropicales de Asia, América y África que pueden compartirse y adaptarse a las circunstancias locales.

Se espera que las recomendaciones expuestas en estas *Directrices* sobre la producción sostenida de madera y productos maderables puedan adaptarse a las situaciones reinantes en cada país lo que se traducirá gradualmente en aumentos significativos de la extensión de los bosques tropicales ordenados con carácter sostenible para la producción de madera.

2 Visión de conjunto sobre la ordenación del bosque tropical para la producción de madera

Definición de los bosques tropicales

Los bosques existentes en las regiones tropicales varían mucho en composición, estructura, función y productividad debido a la diversidad de climas, tipos de suelos y condiciones biogeográficas en que vegetan. Las definiciones de los bosques tropicales son variadas. Para los fines de estas *Directrices,* se considera que comprenden dos clases de bosques: *los bosques pluviales tropicales de hoja perenne y los bosques tropicales húmedos de hoja caduca*, tal como los define la FAO en la Figura 1. Estas clases se agrupan a veces en conjunto y se denominan bosques altos tropicales, situados en la faja tropical del mundo cuya estación seca es corta o inexistente. Ambas clases tienen su origen en brinzales que desarrollan normalmente una cubierta de copas alta y cerrada.

Figura 1: Clases de bosques incluidos en los bosques tropicales

Bosques pluviales tropicales de hoja perenne: se dan donde las precipitaciones anuales son superiores a *2.500 mm, desarrollándose los bosques en general en cotas bajas, son de hoja perenne, exuberantes, con predominio de especies frondosas, tienen una estructura compleja y son ricos en vegetales y animales. Los suelos tienden a ser someros y pobres en nutrientes, características que tienen un efecto notable sobre los sistemas de ordenación forestal.*

Bosques tropicales húmedos de hoja caduca: Se dan donde las precipitaciones anuales están entre *1.000 y 2.500 mm. La composición y estructura varían mucho dependiendo de la distribución de las lluvias, de las temperaturas y de los tipos de suelos. Son menos ricos en especies arbóreas y de diversidad biológica mucho menor que los bosques pluviales tropicales.*

Fuente: FAO, 1993. El Desafío de la Ordenación Forestal Sostenible.

Estado actual de los bosques tropicales del mundo

El bosque tropical se extiende por más de 80 países, y en 1990 ocupaba el 37 por ciento de la superficie total de tierras de las regiones tropicales, alrededor de un tercio de la cubierta forestal del mundo. Son estos bosques la fuente de la mayor parte de la madera aprovechada en las zonas tropicales. Dentro de su

extensa superficie hay una diversa variedad de tipos de bosque, pero pueden agruparse en líneas generales en cuatro clases principales

- Bosques pluviales tropicales de hoja perenne
- Bosques húmedos de hoja caduca
- Zonas de bosque seco
- Formaciones boscosas de tierras altas

La mayor concentración de bosques pluviales tropicales de hoja perenne se encuentra en América Central y en la zona tropical de Sudamérica, constituyendo el 52 por ciento de la superficie total mundial, gran parte de ella en la cuenca amazónica. África le sigue en importancia (29 por ciento) y un área menor corresponde a Asia (19 por ciento). La mayoría de los bosques húmedos de hoja caduca se dan en África y América Latina. Esta clase tiene actualmente menos extensión que la de los bosques pluviales tropicales porque gran parte de las tierras en que existían anteriormente se prestan bien para la colonización humana, habiéndose desmontado y utilizándose en la actualidad para agricultura y otros fines. El bambú y el ratán son también recursos importantes en muchos bosques tropicales.

Tasas de deforestación de los bosques tropicales

Aunque la extensión de los bosques mundiales es todavía importante, con alrededor del 40 por ciento de la superficie terrestre bajo diversos tipos de cubierta arbórea, existen grandes diferencias en las tasas de pérdida de bosque entre los diferentes tipos forestales. Los bosques tropicales y de otro tipo, como las formaciones de bosque seco y de tierras altas, se estima que cubrían alrededor de 1.790 millones de hectáreas en 1990, habiéndose reducido en 120 millones de hectáreas en 10 años a partir de 1980, disminución que representa el 0,8 por ciento anual en los países tropicales en desarrollo. La disminución ha continuado durante el período entre 1990 y 1995. La cubierta forestal y las correspondientes tasas de deforestación de los bosques tropicales se expresan en los Cuadros 1 y 2.

Estimaciones recientes indican que casi dos tercios de la deforestación tropical a escala mundial se debe a los agricultores que desmontan las tierras para agricultura. Las mayores pérdidas se están produciendo en los

bosques húmedos tropicales que constituyen la zona más adecuada para la colonización humana y la agricultura.

Cuadro 1: Superficie de tierras tropicales y cubierta arbolada (millones de ha.)

Región Tropical	*Superficie de tierras de cada región*	*Superficie forestal arbolada en 1990*	
		Bosque pluvial tropical	*Bosque húmedo de hoja caduca*
África	772,1	86,6	251,1
Asia	450,6	177,4	41,8
América	1.013,6	454,3	294,3
Total Mundial	2.236.3	718,3	587,2

Fuente: FAO. 1993. *Evaluación de los Recursos Forestales, 1990 - países tropicales.*

Cuadro 2: Cubierta de bosque tropical y deforestación (millones de ha.)

Región Tropical	*Superficie total arbolada*		*Tasa anual de deforestación*	
	1990	*1995*	*Superficie*	*Porcentaje*
África	523	505	- 3,7	-0,7
Asia	295	280	-3	- 1,1
América	85	79	-1	-1,3
Oceanía	43	42	-0,15	- 0,4

Fuente: FAO. 1997. *Estado de los Bosques del Mundo 1997.*

Utilización del bosque

Como parte importante de la economía de la mayoría de los países tropicales, los bosques proporcionan una extensa variedad de productos,

incluyendo madera, leña, alimentos, medicinas y materiales de construcción; también tienen valores ambientales muy notables. La utilización de leña es cada vez más importante como lo demuestran los datos del Cuadro 3 referentes a los países tropicales en desarrollo. Las cifras probablemente subestiman el nivel real de utilización debido a las cortas no controladas. La producción de leña en los países tropicales en desarrollo se estima que en 1994 fue el 67 por ciento de la producción total de madera en rollo.

Cuadro 3: Producción de leña procedente de los bosques tropicales en 1984 y 1994 (millones de metros cúbicos)

Mundial		Asia Tropical y Pacífico		África Tropical		América Tropical	
1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994
1.117	1.399	614	747	313	419	189	233

Fuente: *FAO Anuario de Productos Forestales*, 1994, Roma.

La madera ha constituido una fuente principal de ingresos a través del comercio de trozas. Los bosques se han utilizado también como garantía para la obtención de préstamos y reducción de deudas y mediante el intercambio de derechos de concesión por la construcción de infraestructura física. Un componente notable de la producción de los bosques tropicales lo constituyen las trozas para aserrar y las trozas para chapas, procedentes en gran parte de bosques tratados de forma no sostenible, como lo indican los datos de 1994 del Cuadro 4.

Cuadro 4: Producción de trozas para aserrar y trozas para chapasprocedentes de bosques tropicales en 1994 (millones de metros cúbicos)

Mundial	Asia Tropical y Pacífico	África Tropical	América Tropical
[illegible]	173,5	19,9	72,4

Fuente: *Anuario de Productos Forestales FAO,* 1994, Roma.

Existe una variación regional considerable en las tasas de recuperación de trozas comerciales procedentes de los bosques tropicales. Por ejemplo, los niveles comerciales de producción de trozas son de unos 8 m^3/ha. en la

región de América Latina y el Caribe, 14 m³/ha. en África y 33 m³/ha. en la región de Asia y Pacífico. Hay también una variación considerable dentro de las regiones. Por ejemplo, la producción de trozas en Indonesia suele ser de 50 a 100 m³/ha. y en Colombia se reduce a 6 m³/ha.

de Montalembert, M. R. & Schmithüsen, F. 1994. Policy, Legal and *Institutional Aspects of Sustainable Forest Management.* In "Readings in Sustainable Forest Management". Forestry Paper No.122, FAO, Rome.

Dubourdieu, Jean. 1997. *L'Aménagement Forestier: Gestion Durable et Intégrée des Ecosystèmes Forestiers.* Office National des Forêts, Paris. [in print]

FAO. 1993. *The Challenge of Sustainable Forest Management - what future for the world's forests?* Rome.

FAO. 1994. *FAO Yearbook: Forest Products.* Rome.

FAO. 1997. *The State of the World's Forests 1997.* Rome.

Grayson, A. J. (Ed.) 1995. *The World's Forests: International Initiatives since Rio.* Commonwealth Forestry Association, Oxford.

IIED. 1997. *Sustainable Forest Management: a practical guide.* IIED-SGS Forestry, London.

Johnson, N. & Cabarle, B. 1993. *Surviving The Cut: Natural Forest Management in the Humid Tropics.* World Resources Institute, Washington, D.C.

Leslie, A. J. 1994. *Sustainable Management of Tropical Moist Forest for Wood.* In "Readings in Sustainable Forest Management". Forestry Paper No.122, FAO, Rome.

Poore, D. 1989. *No Timber Without Trees - Sustainability in the Tropical Forest,* Earthscan Publications Ltd, London.

Rowe, R. Sharma, N. P. & Browder, J. 1992. *Deforestation: problems causes and concerns.* In "Managing the World's Forests: looking for balance between conservation and development". Dubuque, Iowa.

Synnott, T. J. 1992. *The Introduction of Basic Management into Tropical Forests.* In "Wise Management of Tropical Forests 1992." 91-95 p. Oxford Forestry Institute.

United Nations. 1992. *Earth Summit - Rio Declaration & Forest Principles.* UN Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, Brazil. Dept. of Public Information, United Nations, New York.

WRI. 1992. *World Resources 1992-93: A Guide to the Global Environment.* World Resources Institute. Oxford University Press, New York.

PARTE I: PRINCIPIOS DE LA ORDENACIÓN SOSTENIBLE DEL BOSQUE TROPICAL

Índice **Página**

PRINCIPIOS DE LA ORDENACIÓN SOSTENIBLE DEL BOSQUE TROPICAL CUYO PRINCIPAL OBJETIVO ES LA PRODUCCIÓN DE MADERA

En este capítulo se exponen los principios básicos que constituyen el fundamento de las acciones prácticas para la ordenación sostenible de los bosques tropicales cuyo objetivo principal de ordenación es la producción de madera.

Figura 2: Principios básicos de la ordenación del bosque tropical

El principio básico de la ordenación del bosque tropical comprende los elementos siguientes:

- ***Política nacional y marco legal***
- ***Seguridad de la tenencia de los recursos y terrenos forestales***
- ***Protección eficaz del bosque***
- ***Conocimiento de la sostenibilidad de los ecosistemas forestales tropicales***
- ***Mantenimiento de la productividad de la estación***
- ***Planificación de la ordenación forestal***
- ***Metas y objetivos de la ordenación forestal***
- ***Definición de los recursos forestales***
- ***Aplicación de sistemas selvícolas adecuados***
- ***Reducción al mínimo de los impactos ambientales negativos***
- ***Consideración de los intereses de las comunidades dependientes del bosque***
- ***La sostenibilidad comercial y la gestión empresarial***
- ***Vigilancia de los resultados de la ordenación***

1 Problemas generales referentes a la ordenación forestal sostenible

¿Qué es la ordenación forestal?

El término **ordenación forestal** se aplica en aquellas situaciones en que se adoptan una serie de acciones integradas y coordinadas, orientadas a lograr

unos objetivos específicos. Debido a las muy diferentes situaciones en que hay que elegir sobre el manejo de los recursos forestales para alcanzar objetivos determinados, el término ha llegado a tener significados diferentes según las personas interesadas. En su más amplio sentido, la ordenación forestal es un proceso que integra eficazmente los factores biológicos, sociales y económicos que influyen en las decisiones que conducen a la ejecución de uno o más objetivos determinados. En la Figura 3 se presenta una definición de la FAO sobre ordenación forestal.

Figura 3: Definición de la FAO sobre ordenación forestal

Ordenación forestal:

La ordenación forestal trata de todos los aspectos de carácter administrativo, económico, legal, social, técnico y científico relacionados con los bosques naturales y de plantación. Ello implica diversos niveles de intervención humana intencionada, que varía desde acciones dirigidas a proteger y mantener el ecosistema forestal y sus funciones, a favorecer especies o grupos concretos de especies valiosas social o económicamente para una mejor producción de bienes y servicios. La ordenación forestal sostenible asegurará los valores obtenidos del bosque para atender las necesidades actuales, garantizando al mismo tiempo su disponibilidad permanente y su contribución a las necesidades de desarrollo a largo plazo.

(Fuente: FAO. 1993. *El desafío de la Ordenación Forestal Sostenible - ¿Cuál es el futuro de los bosques mundiales?)*

Históricamente, la ordenación forestal ha considerado sobre todo los problemas biológicos con una fuerte orientación hacia la selvicultura (o silvicultura) para la producción de madera. A medida que se ha desarrollado la profesión forestal, se ha ampliado la interpretación del término "ordenación forestal" para abarcar problemas ambientales más amplios, como la conservación de la diversidad biológica, temas sociales y económicos y, más generalmente, el concepto de la sostenibilidad

Los **Principios forestales**, desarrollados en la *Cumbre de la Tierra* – Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD, celebrada en Brasil en 1992) – definieron la ordenación forestal como parte de la Declaración de Principios en favor de un consenso global

sobre la ordenación, conservación y desarrollo sostenible de todo tipo de bosques; ello se expresa en la Figura 4.

Figura 4: **Definición de la CNUMAD sobre Ordenación Forestal**

Ordenación Forestal:
Los recursos forestales y los terrenos forestales deben ordenarse sosteniblemente para atender las necesidades humanas de carácter social, económico, cultural y espiritual, de las generaciones actuales y futuras. Estas necesidades son de productos y servicios forestales, como la madera y productos maderables, agua, alimentos, forraje, medicinas, leña, protección, empleo, recreación, hábitats para la fauna silvestre, diversidad del paisaje, sumideros y reservas de carbono, y de otros productos forestales. Deben adoptarse medidas apropiadas para proteger los bosques contra los efectos perjudiciales de la contaminación, incluyendo la contaminación atmosférica, incendios, plagas y enfermedades, a fin de mantener la totalidad de sus múltiples valores.
(Fuente: UNCED. 1992. *Cumbre de la Tierra – Declaración y Principios Forestales de Río.*)

Definición de la ordenación sostenible del bosque tropical para la producción de madera

Es importante definir el significado del término **ordenación sostenible de los bosques tropicales** cuando se aplica a la producción de madera. Un estudio realizado para la Organización Internacional de Madera Tropical llegó a una definición que incluye estas consideraciones principales:

I. La ordenación forestal sostenible debe realizarse a escala operativa y no experimental.

II. Debe abarcar un conjunto equilibrado y completo de actividades de ordenación que incluyan los planes de trabajo, el cálculo de la producción y su control y otros requisitos técnicos

III. Debe incluir criterios más amplios, políticos, sociales y económicos, sin los cuales sería difícil alcanzar la sostenibilidad.

Directrices de la OIMT sobre ordenación forestal

Antes de la CNUMAD de 1992, la OIMT estableció una serie de principios que incluyen una norma de referencia internacional para el desarrollo de directrices nacionales más específicas para la ordenación sostenible de los bosques tropicales naturales para la producción de madera. También fueron definidos por la OIMT criterios para la vigilancia de la sostenibilidad de los bosques tropicales húmedos. Los principios de la OIMT se publicaron con el título siguiente: *Directrices para la Ordenación Sostenible de los Bosques Tropicales Naturales,* Nº 1 de la Serie de Desarrollo de Políticas de la OIMT.

En 1993 se complementaron los principios de la OIMT con directrices para el establecimiento y ordenación de bosques plantados en las regiones tropicales y directrices para la conservación de la diversidad biológica en los bosques tropicales de producción. El desarrollo, aplicación y ejecución de directrices nacionales basadas en la norma de referencia de la OIMT son temas de decisión nacional de cada país. Las características principales de las directrices de la OIMT, muchas de las cuales tienen consecuencias políticas y operativas, se resumen en la Figura 5.

Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible

La CNUMAD y la ordenación forestal sostenible

La necesidad de compatibilizar las funciones productivas con las protectoras, ambientales y sociales que desempeñan todo tipo de bosques fue expresada de forma rotunda en la CNUMAD. En ella se aprobó una declaración de 27 principios orientadores centrados en los derechos y obligaciones de los estados soberanos con respecto al medio ambiente y el desarrollo.

Se incluyen los *Principios Forestales,* en una Declaración de Principios en favor de un consenso global sobre ordenación, conservación y desarrollo sostenible de todo tipo de bosques y para mantener sus funciones y usos múltiples y complementarios. Como una medida positiva dirigida al desarrollo de los Principios Forestales, se ha obtenido un amplio acuerdo

internacional para formular criterios e indicadores científicamente sólidos, para la ordenación, conservación y desarrollo de todo tipo de bosques.

Criterios e indicadores para la ordenación sostenible al nivel de bosque

Los criterios e indicadores son instrumentos que pueden utilizarse para definir, ejecutar y vigilar la ordenación forestal sostenible en el más amplio sentido del término, a nivel nacional y a nivel de bosque.

IV. **Criterios:** Los criterios definen los factores fundamentales de la ordenación forestal que sirven para determinar la sostenibilidad del bosque. Cada criterio se refiere a un factor clave de la ordenación que puede describirse mediante uno o más indicadores cualitativos, cuantitativos o descriptivos.

V. **Indicadores:** Mediante la medición y vigilancia de los indicadores seleccionados, se pueden determinar y evaluar los efectos de las acciones u omisiones de la ordenación forestal, pudiendo ajustar tales acciones para conseguir con mayores posibilidades los objetivos de la ordenación forestal.

Iniciativas internacionales para definir los criterios e indicadores de la ordenación forestal

A partir de la CNUMAD, se han formulado criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible en el marco de varias reuniones internacionales y nacionales. Éstas incluyen el *Proceso de Helsinki* (para los bosques europeos, 1994), el *Proceso de Montreal* (para los bosques templados y boreales, de 1993 a 1995), la *Propuesta de Tarapoto* (Bosques del Amazonas, 1995), la *Propuesta para la Zona Seca de África* (1995), la *Propuesta para el Cercano Oriente* (1996) y el *Proceso de Lepaterique de América Central* (1997). En el Anexo 1 se resumen las iniciativas internacionales.

CIFOR está dirigiendo los esfuerzos coordinados internacionalmente en la comprobación de los criterios e indicadores a nivel de unidad de ordenación forestal, en los países tropicales y templados. Se están determinando criterios e indicadores que pueden considerarse objetivos, rentables y oportunos para

Figura 5: Características de las Directrices de la OIMT referentes a la ordenación forestal sostenible a nivel nacional y a nivel de bosque

NIVEL NACIONAL

Política y Legislación

- *Política forestal*
- *Inventario forestal nacional*
- *Patrimonio forestal permanente*
- *Propiedad forestal*
- *Servicio forestal nacional*

NIVEL DE BOSQUE

Planificación

- *Inventario estático y dinámico*
- *Establecimiento de los objetivos de ordenación*
- *Elección del concepto selvícola*
- *Regulación de la producción*
- *Posibilidad anual*
- *Inventario de ordenación*
- *Cartografía*
- *Preparación de los planes de trabajo*
- *Evaluación de impacto ambiental*

Aprovechamiento

- *Prescripciones previas al aprovechamiento*
- *Caminos*
- *Extracción*
- *Ordenación de la masa tras el aprovechamiento*

Protección

- *Control de acceso*
- *Protección contra incendios*
- *Utilización de productos químicos*

Disposiciones legales

- *Contratos de concesión*
- *Permisos de recuperación de material aprovechable*
- *Permisos de explotación maderera en terrenos privados o de uso consuetudinario*

Vigilancia e investigación

- *Control de la producción y selvicultura*
- *Estudios de impacto ambiental*

(Fuente: OIMT, 1992. Directrices para la Ordenación Sostenible de los Bosques Tropicales Naturales.)

la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas usuales de ordenación forestal, teniendo en cuenta las condiciones y necesidades ecológicas, institucionales, sociales y económicas.

La Ordenación del bosque natural como instrumento de conservación

Los gobiernos y las comunidades rurales propietarias de bosques tropicales, se preguntan a veces en qué circunstancias debe aplicarse la ordenación del bosque natural como instrumento de conservación y cuándo y dónde la ordenación del bosque tropical tiene unos beneficios claros y convincentes como mecanismo no sólo para la producción de madera sino también para lograr la conservación duradera de un recurso forestal tropical.

Los terrenos de bosque no perturbado, en los que la ordenación del bosque natural puede considerarse como un instrumento de conservación, deben incluir al menos algunas de las siguientes condiciones:

- Proximidad del recurso forestal a fronteras agrícolas desde las que puede producirse la expansión de la agricultura,
- Poblaciones locales o comunidades rurales en expansión,
- Existe una alta tasa local de deforestación, o degradación forestal,
- Hay un acceso fácil a los recursos forestales tropicales por caminos que son utilizados regularmente por las comunidades locales,
- Existen unas tasas elevadas de inmigración local hacia lugares donde existen recursos de bosque ordenable,
- Proximidad de un recurso forestal a mercados madereros e industrias de transformación de la madera.

Esta orientación hacia la ordenación del bosque se denomina a veces el principio de "utilizarlo o perderlo".

2 Política nacional y marco legal

Marco político

Para que la ordenación forestal sostenible tenga éxito es fundamental una buena política forestal. **La política forestal nacional** debe formar parte de una política nacional de utilización del territorio, que garantice el equilibrio entre el uso y conservación del bosque y la agricultura y otros usos del suelo. Las políticas forestales no deben estar en contradicción con las políticas de

otros sectores. Las políticas deben reflejar también los modelos de desarrollo del país y las políticas regionales, cuando sea procedente. Las políticas forestales son básicamente declaraciones sobre las metas del sector forestal, sin entrar en detalle sobre cómo lograrlas.

Una característica clave de la política de ordenación forestal sostenible es el compromiso por parte de los gobiernos de definir y defender un patrimonio forestal permanente basado en la tenencia segura y a largo plazo del terreno por las comunidades, titulares de concesiones y otros usuarios forestales. Aunque cada país decide la mejor forma de introducir en las políticas de desarrollo aquellos temas que equilibran las actividades humanas con la ordenación de los recursos, una característica básica en favor de la ordenación sostenible es un compromiso firme y constante por parte de los gobiernos que incluya los planes de ordenación y el apoyo presupuestario, para poner en práctica las políticas forestales formuladas y aprobadas. Debe ser un requisito de la política forestal nacional el que la ordenación de los bosques tropicales se lleve a cabo de forma planificada y disciplinada.

Legislación forestal

Las leyes y reglamentos que comprende la legislación forestal son los instrumentos legales necesarios para poner en práctica muchos objetivos de la política forestal. La legislación permite traducir los objetivos de la política en disposiciones legales específicas que afectan a la utilización del bosque y a los terrenos forestales y a la forma en que los recursos forestales forman parte de la vida y el desarrollo de las comunidades y los países.

La **legislación** forestal promulgada por el gobierno debe reflejar el principio de sostenibilidad con el fin de apoyar la ejecución de la política forestal. Dependiendo de las necesidades sociales y de los ecosistemas predominantes en un país, los objetivos de la ley forestal pueden abarcar una serie de temas de ordenación forestal. Los puntos referentes a la utilización y ordenación sostenible del bosque tropical que se deben incluir en la legislación forestal son los siguientes:

- Mantenimiento o ampliación de la extensión y distribución regional de la cubierta forestal necesaria para asegurar un ambiente estable y servir de base para un sólido desarrollo forestal, económico y social,
- La protección, mediante una red de áreas protegidas, de ejemplos representativos de todos los ecosistemas forestales naturales a fin de mantener un nivel aceptable de diversidad biológica y paisajística.
- Preparación de planes de ordenación de todos los terrenos forestales del Estado y de aquéllos que no sean de tenencia estatal.
- Establecimiento y sostenimiento de una economía forestal viable y multifuncional, que combine la conservación ecológica y la utilización económica de los recursos.

3 Seguridad de la tenencia forestal y patrimonio forestal permanente

Seguridad de la tenencia forestal

La **seguridad de la tenencia** de los recursos forestales y el acceso a los terrenos forestales son un principio básico y un requisito previo para la ordenación sostenible del bosque tropical. La legislación debe establecer formas apropiadas y seguras de tenencia del bosque y de las tierras, incluyendo diversas formas de propiedad forestal y derechos de uso. Deben recogerse las siguientes disposiciones referentes a la seguridad de la tenencia:

- Dos amplias clases de tenencia de los terrenos forestales: los de carácter privado (como los pertenecientes a corporaciones y los comunales) y los terrenos públicos (del gobierno central, provincial o local).

- Derechos y obligaciones de las diferentes clases de propietarios forestales, incluyendo las comunidades locales.

- Clases y naturaleza de los derechos de uso.

Planificación nacional del uso del territorio y patrimonio forestal permanente

Un componente fundamental de la planificación nacional del uso del territorio es la determinación de un **patrimonio forestal permanente**, que comprenda bosques de todo tipo de propiedad, basándose en una tenencia segura y a largo plazo de las tierras a favor de las comunidades locales, titulares de concesiones y otros usuarios forestales. La ordenación sostenible de los bosques tropicales, independientemente de su finalidad, no puede planificarse y ejecutarse eficazmente a falta de un patrimonio forestal permanente. La planificación del uso del territorio debe equilibrar las necesidades de desarrollo del país en su conjunto, o de estados o provincias específicas del país, con la conservación de los recursos naturales, incluida la ordenación forestal sostenible.

El patrimonio forestal permanente debe clasificarse en zonas productivas y protectoras basándose en un inventario forestal nacional, en consideraciones ecológicas y el consenso de la comunidad. Deben definirse unidades de ordenación forestal para la producción de madera dentro del patrimonio forestal permanente, y asignarse la responsabilidad de la ordenación a los diversos propietarios y usuarios.

4 Planificación de la ordenación forestal

Qué es un plan de ordenación forestal y por qué su necesidad

Un **plan de ordenación forestal** traduce las políticas forestales nacionales o regionales en un programa operativo seriamente preparado y bien coordinado para un bosque en el que se regulan las actividades forestales para un período de tiempo establecido mediante la aplicación de prescripciones que especifican las metas, acciones y dispositivos de control. Es una parte indispensable de un sistema de ordenación forestal y debe regular la protección, el inventario, la determinación de la producción, el aprovechamiento, la selvicultura, la vigilancia y otras operaciones forestales. Este plan debe siempre:

- Servir de orientación firme sobre la producción de trozas que pueden cortarse,
- Especificar dónde y con qué condiciones y limitaciones puede aprovecharse la producción.

El plan de ordenación forestal es necesario para dar continuidad en el tiempo a las operaciones de gestión, para formalizar las disposiciones administrativas y servir de base para la vigilancia de las actividades forestales. Un criterio clave para la ordenación sostenible de los bosques tropicales es la existencia y aplicación eficaz, incluida la vigilancia, de un plan de ordenación aprobado que haya sido elaborado utilizando información actualizada y exacta. El plan de ordenación forestal tiene como finalidad no sólo establecer unos objetivos de ordenación aprobados y unas acciones específicas, sino también, y no menos importante, comunicárselo a la población interesada en la aplicación del plan al bosque o grupo de bosques de que se trate.

Sostenibilidad de la ordenación forestal

El reconocimiento de la importancia fundamental del principio de **sostenibilidad** es esencial en la preparación y ejecución subsiguiente de las prescripciones de un plan de ordenación forestal, con independencia de los objetivos de la ordenación. La ordenación sostenible de los bosques tropicales puede considerarse como una de las contribuciones más importantes que puede hacer el sector forestal a los programas nacionales de desarrollo de los países tropicales en desarrollo.

Metas y objetivos de la ordenación forestal

La definición de la meta y objetivos específicos de la ordenación de una unidad de ordenación forestal, de acuerdo con las prioridades políticas, con el potencial y limitaciones de los recursos, es un principio básico de la ordenación forestal.

Una **meta** es una finalidad a largo plazo, derivada de las políticas forestales o determinada como punto final de una estrategia para lograr el desarrollo

sostenible de los recursos forestales. Sólo se debe determinar y definir una meta para cualquier unidad de ordenación forestal.

Los **objetivos** son actividades o resultados mensurables que establecen los resultados específicos a lograr durante un período determinado de tiempo. En un plan de ordenación forestal se pueden determinar y definir varios objetivos. Todo objetivo debe ser claro sobre los puntos siguientes:

- Actividades a emprender,
- Dónde tendrán lugar,
- Quién tiene la responsabilidad de actuar,
- Cuándo se debe actuar,
- Cuándo se debe completar la acción,
- Cuánto se conseguirá, o exposición cuantitativa específica sobre resultados,
- Por qué una actividad contribuirá a conseguir un objetivo

5 Definición permanente de los límites del bosque

Un principio básico de la ordenación del bosque tropical es la **definición clara y permanente de los límites del bosque**– con independencia de la propiedad y tenencia de las tierras – unida a una señalización permanente, apeo y representación cartográfica de los límites. La definición permanente y el apeo subsiguiente de los límites son pasos fundamentales en la definición y representación cartográfica del patrimonio forestal permanente. Contribuyen también a lograr la protección eficaz del bosque contra su degradación o pérdida. No es posible, en la práctica, definir la superficie de un bosque en el que se propone una ordenación sostenible planificada, ni deducir la posibilidad anual, si no están definidos permanentemente, apeados y cartografiados los límites del bosque.

Errore. Il segnalibro non è definito.6 Protección eficaz del bosque

La protección del bosque contra los incendios, contra su transformación para otros usos del terreno y contra las pérdidas ocasionadas por la agricultura migratoria y la explotación maderera ilegal es un principio de importancia

fundamental de la ordenación sostenible del bosque tropical, con independencia de los objetivos. La ordenación forestal sostenible no se puede lograr si no existe un compromiso firme y duradero y acciones apropiadas para proteger con eficacia una unidad de ordenación forestal contra las amenazas y actividades que puedan perjudicar el logro de los objetivos de la ordenación.

7 Mantenimiento de los ecosistemas forestales y de la productividad de la estación

Conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos forestales

La **diversidad biológica** significa la variedad de formas de vida vegetales y animales, las funciones ecológicas que desempeñan y los recursos genéticos que contienen. Una característica importante de los bosques tropicales naturales es su gran diversidad biológica. Se estima que los bosques tropicales contienen como mínimo el 50 por ciento, y probablemente más, de todas las especies vivas del mundo, incluyendo una gran proporción de plantas superiores y mamíferos. Aparte del pequeño número de especies arbóreas de importancia económica actual o de importancia para los hogares de las comunidades locales, existen sin duda muchas otras que tienen valores menos conocidos. Algunas de éstas serán importantes para la estabilidad del ecosistema, otras pueden formar una parte fundamental de los aprovechamientos futuros de madera o de otros productos forestales, en respuesta a los cambios de las condiciones ambientales y de las demandas del mercado. La variación genética ayuda a proteger los ecosistemas contra los cambios ambientales y sirve de base para la selección y mejora de los productos y otros beneficios para atender las necesidades futuras que pueden preverse. Cuanto mayor sea la incertidumbre sobre el futuro – en cuanto a los cambios ambientales o a los mercados de los productos maderables y no maderables – mayor será el valor potencial de conservar la diversidad biológica.

La conservación de la diversidad biológica de los bosques tropicales naturales depende del mantenimiento de los componentes funcionales esenciales de los ecosistemas, permitiendo al propio tiempo que tenga lugar el cambio

dinámico natural. Hay que reconocer que nuestro nivel actual de conocimientos no es suficiente para poder determinar con seguridad todos los componentes de los ecosistemas forestales tropicales. Por ello, el principio de precaución es que los sistemas de ordenación forestal, incluyendo los aprovechamientos, deben tratar de conservar la mayor variedad posible de especies. En particular, es necesario proteger las especies vegetales y animales amenazadas.

Mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y de la productividad de la estación

El **mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y de la productividad de la estación** incluye el mantener unas condiciones apropiadas para las funciones biológicas de reproducción y crecimiento de los árboles y la preservación o aumento de la productividad del suelo. Tiene una importancia fundamental ordenar los ecosistemas forestales tropicales para mantener su integridad y hacer posible el mantenimiento de la productividad de la estación para el suministro de madera y productos no maderables en niveles compatibles con las necesidades biológicas, el interés del mercado y las necesidades de las comunidades locales. La aceptación de esta situación puede llevar a la reducción de la producción de madera donde se ha realizado una producción intensiva de trozas. En tales casos, puede ser necesario reducir las demandas industriales de trozas hasta niveles que sean compatibles con la capacidad biológica de producción de ecosistemas forestales específicos.

Los aspectos clave de la ordenación de los ecosistemas forestales que contribuyen al mantenimiento de la productividad de la estación se resumen en la Figura 6. El centro de atención se dirige al mantenimiento de los procesos ecológicos y de la diversidad biológica, la satisfacción de las necesidades de la población local, el mantenimiento del aprovechamiento de todos los productos y la sostenibilidad de la producción maderera.

Mantenimiento de la capacidad de regeneración natural del bosque

El mantenimiento de la capacidad de los ecosistemas forestales tropicales para regenerarse naturalmente es un principio importante de la ordenación forestal sostenible. Las condiciones fundamentales son:

- Deben mantenerse fuentes de semilla de todas las especies arbóreas que comprende el ecosistema,

- Debe reducirse al mínimo la perturbación del suelo en todo el bosque de producción.

Deben ordenarse áreas representativas, especialmente zonas de importancia ecológica, para conseguir que no se perjudique la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas forestales. Las medidas que pueden adoptarse incluyen la protección del bosque, la reducción al mínimo de los huecos de la cubierta de copas y la protección de fajas de bosque no perturbado, incluyendo zonas de protección en las márgenes de los cursos de agua.

Figura 6: Características clave de la ordenación de los ecosistemas forestales que contribuyen al mantenimiento de la productividad de la estación

Mantenimiento de los procesos ecológicos

- *La utilización del bosque no debe ocasionar el deterioro de las funciones hidrológicas de las cuencas arboladas.*
- *Debe mantenerse la cubierta forestal para proteger el suelo contra los efectos erosivos de la lluvia.*
- *Debe reducirse al mínimo la erosión del suelo.*
- *Debe mantenerse, en lo posible, la estructura del bosque para garantizar la preservación de la capacidad biológica de regeneración.*
- *Debe reducirse al mínimo la extracción de nutrientes inorgánicos, dejando las ramas y el follaje, y descortezando las trozas, en el bosque.*
- *Deben protegerse las áreas ecológicamente sensibles, especialmente las zonas de protección a lo largo de los cursos de agua.*
- *Las operaciones de ordenación forestal no deben ocasionar encharcamientos o inundaciones evitables*
- *No debe existir contaminación química de los suelos ni de las cadenas tróficas o alimenticias.*

Mantenimiento de la diversidad biológica

- *No se deben perturbar aquellas áreas que sean importantes para especies raras o de ámbito restringido.*
- *Deben protegerse las especies vegetales y animales amenazadas.*
- *Los bosques no se deben fragmentar innecesariamente si ello motiva la pérdida de especies que necesitan un extenso ámbito de distribución o que existen en densidades reducidas.*
- *Pequeñas áreas de bosque sin perturbar pueden preservar especies de fauna silvestre que pueden colonizar un bosque que se regenera después de su explotación.*

Mantenimiento del aprovechamiento de todos los productos forestales

- *La sostenibilidad no puede basarse en un solo producto; la ordenación debe pretender la producción potencial de una diversidad de productos forestales.*

8 Evaluación de los recursos forestales

Una definición clara y exacta de todos los recursos que comprende una unidad de ordenación forestal, con independencia de su propiedad o control, es un elemento de importancia fundamental en la planificación forestal. Se necesita información general sobre la extensión de los recursos forestales tropicales para la formulación de una buena política forestal y para una

planificación extensa a escala nacional o provincial. Se necesita información específica sobre los recursos forestales en cuanto a volúmenes de madera y crecimientos al nivel de la unidad de ordenación forestal con el fin de determinar los rendimientos sostenibles de producción de madera.

Una ordenación forestal eficaz depende del uso de información de buena calidad sobre tipos de bosque, volúmenes de madera y crecimientos, sobre una variedad de otros temas ambientales, sobre la comunidad local y en cuanto a relaciones sociales de carácter más amplio y sobre problemas económicos. En la Figura 7 se resume la información ideal sobre recursos forestales que conviene para la planificación de la ordenación forestal y para los trabajos prácticos.

9 Conocimientos sobre la sostenibilidad de los ecosistemas forestales tropicales

Necesidad de un conocimiento completo de la ecología forestal

Un principio básico de la ordenación sostenible de los bosques tropicales para la producción de madera es la obtención de un conocimiento completo de la ecología del bosque tropical con el fin de poder pronosticar cómo responderá un ecosistema forestal a la intervención de la ordenación, especialmente la explotación maderera. La ordenación forestal sostenible debe considerar la conservación de los ecosistemas forestales en su conjunto y también en el contexto de la producción actual o futura de madera.

Inventario forestal continuo

El **inventario forestal continuo** proporciona los datos necesarios para la construcción de tablas de producción y modelos de crecimiento que pueden utilizarse, junto con los datos del inventario forestal corriente, para la previsión del crecimiento y la producción. Es también un sistema de control de las existencias y el desarrollo de los bosques y de la tasa de crecimiento que permite detectar y medir cualquier acontecimiento inesperado o desfavorable. Un requisito importante para la ordenación sostenible del bosque tropical es la recolección de datos de buena calidad sobre el

crecimiento y desarrollo del bosque a través del inventario forestal continuo a fin de poder determinar adecuadamente la sostenibilidad de los ecosistemas forestales.

Determinación de la producción

Es un principio básico de la ordenación sostenible de los bosques tropicales el determinar la **producción de productos forestales** a fin de poder

Figura 7: Necesidades teóricas de información sobre recursos forestales

Información gráfica referente al terreno forestal

- *mapas topográficos*
- *mapas catastrales*
- *mapas de ordenación, incluidos los límites*
- *fotografías aéreas*
- *imágenes satélite*
- *datos de sistemas de información geográfica*

Información legal

- derechos y privilegios
- *tenencia de la tierra*

Información ambiental

- *geología*
- *suelos*
- *diversidad biológica*
- *fauna silvestre*
- *meteorología*
- *hidrología y cuencas hidrográficas*
- *ecología forestal*
- *recursos madereros (trozas)*
- *crecimiento y producción forestal*
- *selvicultura*
- *recursos no maderables*
- *plagas y enfermedades*
- *utilización forestal e historial de la ordenación*
- *recreación y paisaje*

Información social

- *población y localización*
- *estructura de la comunidad*
- *relaciones sociales con los bosques*
- *interés o potencial recreativo*

Información económica

- *precios de la madera*
- *mercados de la madera*
- *problemas tributarios*
- *costes*

planificar un nivel óptimo de aprovechamiento de maderas y otros productos. La ordenación forestal sostenible sólo se puede lograr mediante la determinación segura de la producción de madera y productos no madereros.

10 Elección de un sistema selvícola apropiado

Finalidad de la selvicultura

La selvicultura consiste en una serie de técnicas que pueden aplicarse para ayudar a alcanzar objetivos específicos de la ordenación forestal. Pretende lograr el cumplimiento de los objetivos mediante el manejo de la composición y estructura del bosque. En la mayoría de los casos, en un bosque de producción de madera la finalidad de la selvicultura es mejorar el crecimiento y la calidad de los árboles de aprovechamiento potencial.

Tipos de sistemas selvícolas

La aplicación metódica de un **sistema selvícola** apropiado es un principio básico de una ordenación sostenible programada de los bosques tropicales. Desde que se introdujeron por primera vez los planes de ordenación de los bosques tropicales en el siglo XIX, se ha desarrollado una serie de sistemas selvícolas, cada uno de los cuales constituye la base para la ordenación del bosque tropical para la producción de madera. La mayoría de los sistemas pretenden lograr la regeneración de los árboles mediante la diseminación natural de árboles semilleros. Cuando es necesario, se emplea la regeneración artificial que consiste en la plantación de brinzales producidos en vivero en apoyo de los sistemas de regeneración natural. La aplicación sistemática de un sistema selvícola apropiado para la ordenación de los bosques tropicales naturales depende de la adquisición del conocimiento de la ecología del bosque cuya ordenación se está planificando. La ordenación selvícola de los bosques tropicales naturales es superior, tanto en términos ecológicos como económicos, que el establecimiento de un bosque de plantación en las mismas estaciones de fertilidad escasa.

En la figura 8 se resumen las principales características de los sistemas selvícolas que se han aplicado en distintas épocas en los bosques tropicales de

América Latina, Asia y África. El sistema policíclico de cortas selectivas, o entresaca, es el más extensamente aplicado en bosques de montaña. Constituye una base flexible, práctica y realista, técnica y comercialmente, para los aprovechamientos y al mismo tiempo influye en la composición y estructura del bosque en favor de la masa siguiente. En algunos lugares se aplica la corta rasa en fajas estrechas y la corta selectiva por grupos pero tiene el inconveniente de causar daños a los árboles remanentes.

El aprovechamiento como operación selvícola y de producción de trozas

El aprovechamiento de trozas de bosques ordenados con sistemas policíclicos y en menor proporción con los monocíclicos, es una intervención selvícola importante al propio tiempo que sirve como operación de producción de trozas. El efecto a largo plazo de la extracción de trozas, es de impacto relativamente reducido, siendo también la operación selvícola más formativa a aplicar durante el ciclo de ordenación de cualquier zona del bosque, por el efecto sobre su futura estructura, composición y crecimiento.

Figura 8: Sistemas selvícolas que pueden emplearse en los bosques tropicales

El ***Sistema policíclico*** *se emplea en masas irregulares en las que el aprovechamiento de trozas se realiza a partir de dimensiones especificadas y especies determinadas, con intervalos que son aproximadamente la mitad del período adoptado para llegar a obtener trozas de dimensiones industriales. Se mantiene el repoblado preexistente. Hay un sub-sistema:*

- ***Entresaca de árboles aprovechables:***
  Pretende el mantenimiento de masas irregulares; puede haber regeneración antes de la explotación o se puede favorecer su desarrollo después del aprovechamiento dejando árboles semilleros o árboles padre; existe variedad en cuanto al tamaño de los árboles y el bosque no tiene composición uniforme;

Los sistemas monocíclicos: *se aplican en bosques uniformes donde existen o se van a formar clases de edad. Los árboles de la nueva masa proceden de regeneración, de brinzales de especies comercialmente importantes y no de los árboles más viejos y de mayor tamaño que pueda tener o comprender la estructura del bosque. Se mantiene el repoblado ya existente. Al final de una rotación determinada los árboles a aprovechar se extraen mediante corta rasa o, en el caso del sistema de aclareo sucesivo uniforme, se aprovechan durante un período de regeneración. Existen tres sub-sistemas:*

- ***Sistema uniforme***
  Pretende lograr masas regulares compuestas por árboles de dimensión generalmente uniforme; hay regeneración con densidad suficiente antes del aprovechamiento para obtener existencias de árboles para la próxima masa.
- ***Sistema de aclareo sucesivo tropical***
  Pretende lograr masas regulares mediante la formación de un aclareo sucesivo de árboles padre (semilleros) que se extraen posteriormente cuando se ha establecido la regeneración.
- ***Sistema de aclareo sucesivo irregular:***
  Pretende lograr un desarrollo continuado del bosque en situaciones en que la regeneración es dudosa y es necesario mantener árboles por debajo de unos límites de corta especificados que formarán parte de la masa futura.

El aprovechamiento de trozas no debe considerarse sólo como un coste originado por la producción de madera sino también como una inversión selvícola en la producción de trozas para el siguiente aprovechamiento. En particular, tiene un efecto importante de aclareo porque da espacio para el desarrollo de los árboles de tamaño de latizal (postes) y de los brinzales

mayores y menores mientras que la perturbación del suelo crea condiciones que permiten la germinación y establecimiento de muchas especies. Como cuestión de principio, el maderero y el selvicultor deben trabajar como socios, en el entendimiento de que el aprovechamiento forma parte del tratamiento selvícola pero, al mismo tiempo, deben conseguir que las operaciones de explotación maderera y los objetivos de la ordenación sean comercialmente realistas.

Relación de la selvicultura con los objetivos de la ordenación forestal

La elección de un sistema selvícola viene determinada, en primer lugar, por las características ecológicas del bosque cuya ordenación sostenible se está programando y, en segundo término, por la meta y objetivos de la ordenación para una unidad específica de ordenación forestal. La ordenación sostenible de los bosques tropicales constituye la médula de una estrategia de desarrollo forestal e implica la manipulación o intervención selvícola con el fin de lograr los objetivos redactados en el plan de ordenación forestal.

Al proyectar un sistema selvícola adecuado para una unidad de ordenación forestal hay que tener en cuenta las siguientes directrices:

- El planificador forestal debe establecer un marco básico apropiado para el tratamiento selvícola. Este marco debe incluir unos objetivos claros de ordenación.

- La concepción de la selvicultura debe expresar principios básicos pero debe dejar a los forestales locales las decisiones concretas sobre la naturaleza de las operaciones selvícolas específicas: qué actividades y cuándo tendrán lugar.

- La definición de las existencias a corto y medio plazo y de los objetivos de regeneración constituye un paso importante para lograr la composición y estructura deseables del bosque. El muestreo de diagnóstico debe aplicarse como medida para la determinación de los objetivos en cuanto a existencias y regeneración.

11 Reducción al mínimo de los impactos ambientales negativos

La reducción al mínimo de los impactos ambientales negativos en la planificación y ejecución práctica de las operaciones del bosque tropical es un principio básico de la ordenación forestal sostenible. En todas las etapas de la ordenación forestal, ya sea el aprovechamiento de madera, las operaciones selvícolas, la protección forestal, el aprovechamiento de productos no madereros u otras actividades, los ordenadores o gestores forestales deben defender la integridad tanto del suelo como del bosque mediante una planificación detallada y una ejecución delicada de las operaciones forestales.

La evaluación del impacto ambiental es un instrumento útil para evaluar los impactos ambientales de la ordenación forestal. Es un procedimiento sistemático y progresivo que recoge información y evalúa el impacto probable del cambio de circunstancias que puede resultar de la ejecución de un programa de ordenación. Un aspecto importante de la evaluación ambiental es conseguir reducir al mínimo los impactos negativos de las actividades de aprovechamiento: proyecto y construcción de caminos, corta, extracción, operaciones de carga y descarga y transporte. Como principio general, el mantenimiento de los valores y servicios ambientales debe sostenerse con los ingresos procedentes de la producción de madera, excepto cuando los terrenos forestales estén situados en lugares no destinados a la producción.

12 Sostenibilidad comercial y ordenación económica

Sostenibilidad comercial

Como principio básico de la ordenación sostenible del bosque tropical, todas las operaciones que comprende un programa equilibrado de actividades tienen que ser financieramente sostenibles a partir de los ingresos obtenidos de las ventas de productos forestales, especialmente del aprovechamiento de trozas. Es la operación comercial de una unidad de ordenación forestal la fuerza impulsora para la generación de ingresos con los que se deben financiar todas las actividades de conservación y desarrollo forestal.

La política y el ambiente comercial de un país o provincia deben permitir que una unidad de ordenación forestal sea comercial y ecológicamente sostenible y hacer posible la puesta en práctica de unas buenas medidas empresariales, las que a su vez permitirán realizar programas de ordenación forestal a largo plazo. Hay que señalar sin embargo, que una ordenación forestal sostenible que siga unas buenas normas ambientales desde el punto de vista ecológico, es de esperar que sea más costosa que una explotación sin normas. Una menor expectativa de beneficios inmediatos por parte del sector privado es un requisito previo importante para lograr la ordenación forestal sostenible de los bosques tropicales.

Participación del sector privado en la ordenación forestal

La mayoría de los aprovechamientos en gran escala y de la ordenación de bosques tropicales los realiza el sector privado, muy frecuentemente titulares de concesiones que tienen derechos exclusivos para períodos de tiempo definidos en áreas determinadas de los bosques estatales. Pueden encontrarse ejemplos de este tipo en Indonesia, Malasia, Bolivia, Camerún, Congo, Gabón y Brasil y en otros muchos países. Se otorgan también concesiones de explotación maderera en terrenos de uso consuetudinario en algunos países del Pacífico pero normalmente la base para la ordenación sostenible a largo plazo tiende a ser mínima. A escala mundial, sólo se aprovechan y ordenan áreas relativamente pequeñas por empresas de plena propiedad estatal o por organismos no gubernamentales.

La participación del sector privado es fundamental en la ordenación forestal sostenible. La experiencia empresarial y comercial de propietarios y empresas privadas pueden aumentar notablemente los resultados operativos y la base económica de la ordenación llevando a una mayor generación de riqueza que servirá de base para poder financiar la ordenación posterior al aprovechamiento, la ordenación ambiental y el desarrollo de la comunidad local. El marco institucional en que puede realizarse mejor el desarrollo forestal debe estimular al sector privado para hacer inversiones a largo plazo en la ordenación forestal en condiciones de rentabilidad, con una sana competencia y seguridad para poder competir con otras alternativas de inversión.

Financiación de las operaciones forestales con los ingresos obtenidos

Toda la financiación para protección, selvicultura posterior a los aprovechamientos, inventario, investigación, ordenación ambiental y desarrollo de la comunidad, debe provenir, a ser posible, de los ingresos generados por los aprovechamientos. Estas necesidades deben presupuestarse en un plan anual de trabajos incluyendo líneas presupuestarias específicas para el desarrollo forestal.

13 Participación de la comunidad en la ordenación forestal sostenible

Las actividades forestales comunitarias promueven la mejora del bienestar de las comunidades rurales, especialmente de aquéllas que dependen tradicionalmente de los bosques, mediante una ordenación más eficaz de los árboles y recursos forestales. Las comunidades rurales y los usuarios forestales que dependen del árbol y de los recursos forestales para su supervivencia y desarrollo económico son los primeros beneficiarios de las actividades forestales comunitarias. Los ordenadores o gestores forestales deben trabajar con las comunidades forestales en la evaluación, planificación y vigilancia de la ordenación de los bosques tropicales naturales, de acuerdo con los problemas, necesidades y metas definidos localmente, con el fin de atender mejor las necesidades de dichas comunidades. Hay que formular mecanismos eficaces que permitan lograr una comunicación eficaz y duradera en ambas direcciones entre los ordenadores y las comunidades forestales.

Para estimular la participación de la comunidad rural en la ordenación forestal sostenible hay que tener en cuenta tres características:

- El reconocimiento claro y el respeto de los derechos de las poblaciones indígenas que viven en los bosques tropicales o tienen una dependencia tradicional de ellos.

- El fomento de la colaboración entre población e instituciones involucradas en los diversos aspectos de la ordenación forestal, incluyendo la producción de madera, integrando la mano de obra especializada y la formación profesional con los conocimientos

tradicionales y los recursos de la población local para atender más eficazmente las necesidades de las comunidades rurales y reducir al mínimo o evitar los conflictos de la ordenación forestal.

- El incremento del bienestar de los trabajadores forestales y las comunidades locales.

14 Vigilancia del cumplimiento de la ordenación

La **vigilancia o seguimiento** de la ejecución de las actividades establecidas en un plan aprobado de ordenación forestal es fundamental para la ordenación forestal sostenible y sirve de base para la contabilidad transparente de las actividades operativas. El seguimiento de la ordenación forestal tiene varias funciones. Permite el control de las actividades ordinarias de ordenación, la evaluación del cumplimiento de las operaciones de una unidad de ordenación forestal y la evaluación de los programas de ordenación. Un método de vigilancia incluye el hacer comparaciones entre los resultados físicos y las metas programadas y entre los gastos financieros y los presupuestos al final de períodos especificados de tiempo, por ejemplo con intervalos de tres o seis meses. Otro método es el seguimiento continuado de indicadores clave especificados, lo que permite recoger con mayor frecuencia, por ejemplo con intervalos semanales, información sobre los avances en la ejecución del plan.

15 Documentación Complementaria

Anthony, R. N. & Herzlinger, R. E. 1980. *Management Control In Non-Profit Organizations*. Harvard University, Richard D. Irwin, Inc. Publishers, Illinois.

Bertault, J. G. Dupe, B. & Matter, H. F. 1995. *Silviculture for Sustainable Management of Tropical Moist Forest.* In "UNASYLVA", Vol. 46, (181), FAO, Rome.

Bruenig, E. F. 1996. *Conservation and Management of Tropical Rainforests: an Integrated Approach to Sustainability*. CAB International, Wallingford, Oxford.

Catinot, René. 1997. *The Sustainable Management of Tropical Rainforests.* General Secretariat, Association technique internationale des bois tropicaux, ATIBT. Paris.

de Montalembert, M. R. & Schmithüsen, F. 1993/4. *Policy and Legal Aspects of Sustainable Forest Management.* In "UNASYLVA", Vol. 44 (175), FAO, Rome.

Dubourdieu, J. 1997. *L'Aménagement Forestier - Gestion Durable et Intégrée des Ecosystèmes Forestiers.* Office National des Forêts, Paris.

FAO. 1982. *Environmental Impact of Forestry.* Conservation Guide No. 7, Rome.

FAO. 1985. *Intensive Multiple-Use Forest Management in the Tropics: analysis of case studies from India, Africa, Latin America and the Caribbean.* Forestry Paper No. 55, Rome.

FAO. 1987. *Guidelines for Forest Policy Formulation.* Forestry Paper No. 81, Rome.

FAO. 1989. *Review of Forest Management Systems of Tropical Asia.* Forestry Paper No. 89, Rome.

FAO. 1993. *The Challenge of Sustainable Forest Management - what future for the world's forests?* FAO, Rome.

FAO. 1993. *Conservation of Genetic Resources in Tropical Forest Management - Principles and Concepts.* Forestry Paper No. 107, Rome.

FAO. 1996. *Training Manual for Environmental Assessment in Forestry.* Field Doc. 8/1996. FAO, Bangkok/DANCED, Denmark.

FAO. 1996. *Model Code of Forest Harvesting Practice.* Rome.

FAO. 1996. *Addressing Natural Resource Conflicts Through Community Forestry: setting the stage.* Paper for an E-Conference "Addressing Natural Resource Conflicts through Community Forestry". Rome.

Ferguson, I. S. 1996. *Sustainable Forest Management.* Oxford University Press, Melbourne.

ITTO. 1992. *Guidelines For The Sustainable Management Of Natural Tropical Forests.* Policy Development Series No. 1. International Tropical Timber Organization, Yokohama. 1992.

IUCN. 1991. *The Management of Tropical Moist Forest Lands: Ecological Guidelines.* IUCN-The World Conservation Union, Gland.

Johnston, D. R. Grayson, A.J & Bradley, R. T. 1965. *Forest Planning.* Faber & Faber, London.

Leslie, A.J. 1987. *A Second Look at the Economics of Natural Management Systems in Tropical Mixed Forests.* In "UNASYLVA", Vol. 39 (155), FAO, Rome.

Pancel, L. [Ed]. 1993. *Tropical Forestry Handbook.* Springer Verlag, Germany.

Poore, D. & Sayer, J. 1991. *The Management of Tropical Moist Forest Lands: Ecological Guidelines.* IUCN-The World Conservation Union, Gland.

Schulte, A. & Schöne, D. [Eds]. 1996. *Dipterocarp Forest Ecosystems - Towards Sustainable Management.* World Scientific Publishing, Singapore.

Vanclay, J. K. 1992. *Species Richness and Productive Forest Management.* In "Wise Management of Tropical Forests". Proceedings of the Oxford Conference on Tropical Forests, University of Oxford.

Worrell, A. C. 1970. *Principles of Forest Policy.* McGraw-Hill Book Co. New York.

PARTE II: PLANIFICACIÓN

Índice

Página

1 DIRECTRICES PARA LA DEFINICIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES

1.1 Recursos e inventarios

1.1.1 Definición y mantenimiento de los límites del bosque

Elección de los límites de una unidad de ordenación forestal

Siempre que sea posible, se deberán elegir características geográficas naturales para definir los límites de una unidad de ordenación forestal. Éstas incluyen ríos, arroyos, líneas costeras, sierras y estribaciones montañosas. También pueden utilizarse caminos permanentes y bien definidos, vías de ferrocarril y senderos. En terrenos llanos que no tengan características naturales claramente reconocibles, los límites se pueden definir utilizando líneas rectas de orientación N-S, E-O lo que permitirá representarlos en los mapas con coordenadas reales o magnéticas. Debe reducirse al mínimo el número de ángulos entre las líneas rectas de los límites.

Demarcación y mantenimiento de los límites exteriores del bosque

Los límites exteriores se deben mantener limpios de vegetación arbustiva en una anchura de dos metros a fin de que los vecinos puedan reconocer fácilmente los límites y para poder vigilarlos. No deben quitarse los árboles situados en un límite. Es conveniente distribuir entre los vecinos los costes de mantenimiento de los límites comunes. Este método es rentable y confirma el acuerdo sobre la línea del límite común.

Los límites deben definirse y marcarse utilizando señales que pueden ser postes de madera duraderos o pilares de piedra u hormigón pintados usando dos colores que contrasten como bandas anchas en rojo y blanco. Las puntas de los postes se deben aguzar, en parte para que resbale el agua y también para ayudar a su reconocimiento. Los postes deben tener de 1,5 metros a 2 metros de altura. Aunque no es necesario marcar todos los pilares, se deben sujetar firmemente rótulos permanentes en aquéllos que

indican grandes cambios en la dirección de los límites o que son vértices de triangulación de los trabajos topográficos o puntos de enlace para mediciones internas como límites de tramos o diversos tipos de reservas. Unas líneas continuas de indicadores vivos son un medio práctico para reconocer un límite desde un avión o desde lejos. Los árboles o arbustos empleados para la definición de límites deben ser de crecimiento rápido y claramente distintos de la vegetación forestal circundante. Los indicadores vivos pueden emplearse también en los pilares de los límites. En los vértices de las líneas de los límites se pueden cavar zanjas de dirección y mantenerlas limpias de vegetación. Las zanjas de dirección deben tener 30 cm x 30 cm (anchura x profundidad), y unos 3 metros de longitud debiendo estar correctamente alineadas para indicar la dirección del límite.

La vigilancia en el terreno es fundamental y debe realizarse con frecuencia en áreas densamente pobladas o cuando se considere que hay un alto riesgo de transgresión de los límites. Los guardas forestales deben ser responsables ante un oficial superior o director. La inspección aérea y las imágenes de teledetección pueden servir de ayuda para comprobar los límites, pero estos métodos tienen su mayor utilidad después de reconocer los límites en el terreno. Hay que colocar señales verticales bien visibles en las partes de un límite.

Demarcación y mantenimiento de los límites interiores del bosque

Los límites de las reservas biológicas, de fauna silvestre, cuencas, comunidades forestales u otras reservas deben definirse claramente, al igual que los límites exteriores. Para definir los límites interiores se deben emplear caminos, líneas de corta, pilares, árboles en pie pintados y postes. Hay que apear y cartografiar los límites interiores de los tramos. Deben levantarse señales que indiquen los límites de cuencas 'y otras reservas donde no esté permitido el aprovechamiento de madera

Tramos

Un **tramo** es una unidad permanente de terreno forestal, reconocible geográficamente que constituye la base para la planificación, prescripción,

ejecución, vigilancia y registro de las operaciones forestales. En la medida de lo posible, las áreas de bosque que se vayan a ordenar para diferentes fines, o que tengan funciones o valores claramente diferentes, deben situarse en tramos definidos independientemente. En los Cuadros 5 (a) y (b) se muestra una matriz de compatibilidades de funciones forestales que puede utilizarse como directriz para determinar las funciones de los tramos.

Las directrices prácticas para la definición de los tramos forestales serán las siguientes, siempre que sea factible:

- Los límites deben ser reconocibles geográficamente, como ríos, arroyos, sierras y barrancos. También pueden emplearse caminos y sendas permanentes. Los límites se deben representar en todos los mapas de ordenación forestal.

- Los tramos deben comprender, en lo posible, tipos uniformes de bosque y ser físicamente reconocibles en el terreno.

- La numeración debe ser correlativa, comenzando normalmente en un centro de la administración forestal. Los números de los tramos no deben cambiarse.

- Los tramos no deben ser tan grandes que sea necesario subdividirlos en numerosos subtramos para lograr la ejecución eficaz de las operaciones forestales. La división en subtramos debe reducirse al mínimo. La flexibilidad es necesaria al determinar el tamaño de los tramos; variando en la práctica, para muchos casos de ordenación, entre las 100 ha. y las 500 ha., dependiendo de las características físicas del bosque y del terreno.

Cuadro 5 (a): Clave de una matriz de compatibilidades de funciones forestales que puede utilizarse como orientación para la formación de tramos

Compatible	Incompatible	A definir en cada caso	En toda clase de pendientes	Pendientes <50%	Pendientes <30%
			Fauna	SCGLD	Recreación

Clave de las abreviaturas utilizadas en la matriz:

DCT = Derechos consuetudinarios sobre las tierras
OBN = Ordenación de bosque natural
PFI = Plantación forestal industrial
PFNM = Productos forestales no maderables
AIR = Arrastre terrestre de impacto reducido
SCGLD = Sistema de cable-grúa de larga distancia.

Crónica de los tramos

La crónica de los tramos se puede elaborar y mantener manualmente en un registro o en un ordenador personal, utilizando un programa de bases de datos. Toda crónica debe contener cuatro componentes principales:

- Un resumen de las condiciones de la estación (suelos, pendientes, precipitaciones),
- Los datos del inventario previo al aprovechamiento (especies, número de árboles y volúmenes expresados por clases diamétricas),
- Las fechas y detalles de las operaciones de aprovechamiento y de carácter selvícola (aprovechamientos selectivos o de entresaca, cortas de aclareo sucesivo, claras, cortas de trepadoras, plantación de enriquecimiento, liberación de malezas).
- Los datos del inventario posterior al aprovechamiento (postes, brinzales mayores y menores, árboles padre).

En el Cuadro 6 se presenta un ejemplo de la crónica de un tramo realizada manualmente. El diseño debe modificarse para atender las necesidades de las condiciones locales. Debe elaborarse un formulario para cada subtramo. El ejemplo muestra cómo pueden registrarse las operaciones. Toda crónica debe ir acompañada de un mapa del tramo, pudiendo variar la escala según

las condiciones locales, pero una escala adecuada puede variar entre 1:5.000 y 1:10.000.

1.1.2 Cartografía

Interpretación de los mapas

Los mapas cumplen una amplia variedad de funciones en la ordenación forestal, dependiendo del tipo de bosque, del detalle de las características representadas y de su escala. La interpretación del mapa es el arte de extraer de él toda la información que contiene para los fines de la ordenación, de tal modo, que se puede obtener una "imagen" en la mente del planificador u ordenador sobre las formas y pendientes del terreno, distribución de arroyos y ríos, cubierta vegetal y localización y naturaleza de las características artificiales.

La lectura de mapas se aprende mejor por experiencia, en el bosque o fuera del gabinete, comparando el detalle de los símbolos del mapa con la superficie real del terreno que representan. Una vez que se ha conseguido comprender el mapa y sus símbolos mediante comparación con un paisaje conocido, este conocimiento puede emplearse para conseguir comprender un área desconocida mediante un mapa. Por ejemplo, comparando las distancias entre las curvas de nivel en un lugar conocido con las de un área desconocida, puede determinarse la inclinación relativa y la dirección de las pendientes.

Cuadro 5 (b): Matriz de Compatibilidades de Funciones Forestales

FUNCIONES COMPLEMENTARIAS (en horizontal)		PROTECCIÓN			PRODUCCIÓN				NECESIDADES SOCIALES				
FUNCIONES PRINCIPALES (en vertical)		Agua y Suelo	Biodiversidad		OBN		PFI	PFNM	Eco-turismo	Recreación	VJR	Educación y Formación del Público	DCT
			Fauna	Flora	AIR	SCGLD							
Protección	*Agua y Suelo*												
	Biodiversidad *Flora*												
	Fauna												
Producción	OBN												
	SCGLD												
	PFNM												
Necesidades sociales	*Eco-turismo*												
	VJR												
	Educación y Extensión												
	Derechos consuetudinarios sobre las tierras												

VJR: en Malasia, bosquetes para usos "espirituales y religiosos".

Cuadro 6: Crónica de tramos realizada manualmente

[illegible]

[illegible] **Sub-tramo:** **Superficie:**

Resumen de la estación:

· *Precipitaciones:* · *Suelos:* · *Topografía:*

[illegible] ***previo al aprovechamiento:***

[illegible] · ***Fecha del inventario:***

Especies	*Árboles aprovechables (por ha.)*				*Árboles padre (por ha.)*		
	Más de 60 cm		*Menos de 59 cm*		*No./ha*	*No./ha*	*No./ha*
	No.	*Vol*	*No.*	*Vol*			
Especie A							
Especie B							
Especie C							

[illegible] ***de aprovechamiento y operaciones selvícolas:***

Fecha de terminación	*Superficie (ha)*	*Operación*
p.ej. 25 de abril de 1993	35	Aprovechamiento selectivo (entresaca); 7 árboles cortados/ha; arrastrador; producción = 45 m^3/ha
p.ej. 31 Sept. 1993	30	Evaluación posterior al aprovechamiento;
p.ej. 20 Mayo 1994	35	Muestreo de diagnóstico; 5%; árboles destacados – 26; árboles menores destacados – 87.
p.ej. 28 Julio 1994	32	Liberación de malezas (limpia);
p.ej. 25 Feb. 1995	20	Plantación de enriquecimiento; fajas de 5 m; 150 árboles/ha. (esp. a registrar)

[illegible] ***posterior al aprovechamiento:***

Fechas:	*Postes*	*Brinzales mayores*	*Brinzales menores*	*Árboles semilleros*	*Árboles dañados*
	(No./ha)	(No./ha)	(No./ha)	(No./ha)	(No./ha)

Etapas de revisión de los mapas de una ordenación forestal

Hay dos etapas en la revisión de los mapas de ordenación forestal.

- *Primera etapa:* Identificar y adquirir los mapas básicos publicados de un área forestal a ordenar en los que aparezcan las características físicas, incluyendo asentamientos, pueblos, caminos y otras infraestructuras, ríos y líneas costeras, curvas de nivel, geología, suelos, usos del suelo, bosques y límites de los diferentes tipos de vegetación agrícola. Deben adquirirse también los informes o notas que acompañen a los mapas. En muchos países, las series nacionales de mapas topográficos combinan algunas de estas características a escala 1:50.000, (2 cm = 1 km), ó 1:25.000 (4 cm = 1 km). También puede haber mapas obtenidos mediante topografía de control de la triangulación, a escala 1:100.000.

- *Segunda etapa:* Revisión de los mapas recogidos. Las cuestiones a responder podrían incluir:

  - Si la zona representada en los mapas, las escalas y los detalles físicos son adecuados para la planificación, zonificación u objetivos de trabajo como el reconocimiento de los límites del bosque, definición de las principales características físicas (ríos, divisorias) y definición de las curvas de nivel. Asimismo, si los mapas están actualizados.
  - Qué nuevos mapas se necesitan para la zonificación forestal (protección, producción y otras zonas de carácter general) para la estratificación e inventario del bosque, trazado de caminos, protección forestal, desarrollo comunitario y otros fines que tengan relación con los objetivos específicos de la ordenación forestal. Qué escalas de mapas se pueden utilizar.
  - Dónde y mediante qué personas o instituciones pueden elaborarse o adquirirse nuevos mapas de interés que contengan el detalle necesario para los fines de la ordenación. Cuáles son las prioridades de elaboración de mapas.

- Cuánto se tardará en la adquisición de los nuevos mapas. Cuáles son las necesidades y el coste estimado.

Principales tipos de mapas y escalas para el plan de ordenación forestal

Los requisitos en cuanto al detalle de la cartografía para el plan de ordenación forestal dependerán de la meta y objetivos de cada unidad de ordenación, determinados mediante la revisión descrita en la sección anterior. Como norma general, los principales tipos de mapas a adquirir o a realizar, si no existen, para la planificación de la ordenación sostenible para la producción de madera, deben incluir lo siguiente:

- *Mapas fundamentales:*
  - Mapa topográfico, con las principales características geográficas, incluyendo curvas de nivel; 1:50.000 ó 1:25.000.
  - Mapa de planificación del uso del suelo, que muestre la unidad de ordenación forestal e incluya poblaciones, agricultura y otros usos del territorio; 1:50.000 ó 1:25.000.
  - Mapa de zonificación forestal, en el que aparezcan las zonas destinadas a protección de cuencas, producción de madera, productos específicos no maderables, conservación de la diversidad biológica, recreación (o paisajismo) y cualquier otra zona forestal importante; 1:50.000 ó 1:25.000. Este mapa se debe obtener como parte del proceso de planificación, especialmente para determinar la superficie productiva neta para producción de madera.
  - Mapa de planificación estratégica de los aprovechamientos forestales (bloques o series de cortas/tramos/trazado de caminos); 1:50.000 ó 1:10.000.
  - Mapa de planificación táctica de los aprovechamientos forestales (bloques de cortas/topografía); 1:10.000, 1:5.000 ó 1:2.000. Este mapa se debe obtener como parte del proceso de planificación.
  - Mapa de reconocimiento forestal de las especies arbóreas comerciales que superan un diámetro normal (dap) mínimo,

p.ej. > 50cm. (dap), basado en un reconocimiento forestal de baja intensidad; 1:50.000 ó 1:100.000. Este mapa, o mapas, deben elaborarse de forma progresiva a medida que se ejecuta el plan de ordenación.

- Mapa del inventario forestal (para el inventario forestal continuo), que incluya los estratos/bloques de muestreo y la ubicación de las parcelas permanentes de muestreo (PPM); 1:50.000 ó 1:25.000. Este mapa se debe elaborar como parte del proceso de planificación.
- Mapas de situación de los árboles de distintas especies sobre los mapas topográficos, y superpuestos con el mapa de caminos, recopilados mediante el inventario 100% previo al aprovechamiento de cada tramo; 1:10.000 ó menos. Ésta es una serie de mapas que se deben elaborar de forma regular por tramos a medida que se ejecuta el plan de ordenación.

• *Mapas convenientes:*

- Mapa catastral, que incluya la propiedad legal de las tierras; 1:50.000.
- Mapa geológico; 1:100.000, ó menos.
- Mapa de suelos; 1:50.000, ó menos.
- Mapa de curvas de nivel; 1:5.000 ó 1:10.000.

No es necesario que sean éstos los únicos tipos de mapas para la ordenación forestal siendo importante que un ordenador o gestor forestal se pregunte sobre las necesidades de cartografía en cada situación específica de ordenación. Algunos ejemplos son los siguientes

- Qué otros tipos de mapas se necesitan para ayudar a un ordenador forestal a cumplir los objetivos del plan de ordenación
- ¿Es necesario un mapa de precipitaciones, y por qué razón?
- ¿Servirían de ayuda unos mapas que indicasen la situación o distribución de plantas o animales específicos raros o amenazados? ¿Qué escala deberían tener tales mapas?
- ¿Servirían para la ordenación mapas que representen la situación de las aldeas, las áreas de cultivos alimenticios

tradicionales, o las áreas donde se recogen plantas medicinales u otros productos? ¿Cuál es la escala más apropiada?

- ¿Servirían de ayuda unos mapas que indicasen los lugares de valor escénico, recreativo o ecoturístico y, por qué razones?

1.1.3 Zonificación

La **zonificación forestal** es una técnica cartográfica que sirve como base práctica para la planificación de la ordenación sostenible de los bosques tropicales en la que estén representados la producción de madera y otros valores. La zonificación forestal se aplica cuando hay diversos usos e incluye la definición de valores predominantes en áreas específicas del terreno forestal que han de ordenarse con respecto a los objetivos de ordenación relacionados con dichos valores. Por ejemplo, unas pendientes inclinadas, donde se puede producir una grave erosión del suelo si se hacen caminos o se explota la madera en una parte del bosque, podrían situarse dentro de una zona de protección de cuencas. Asimismo, un área de bosque que constituye un hábitat importante para vegetales o animales amenazados puede describirse como zona de reserva biológica, o también puede zonificarse para la producción de madera cuando no se encuentran inconvenientes importantes de carácter ambiental o social.

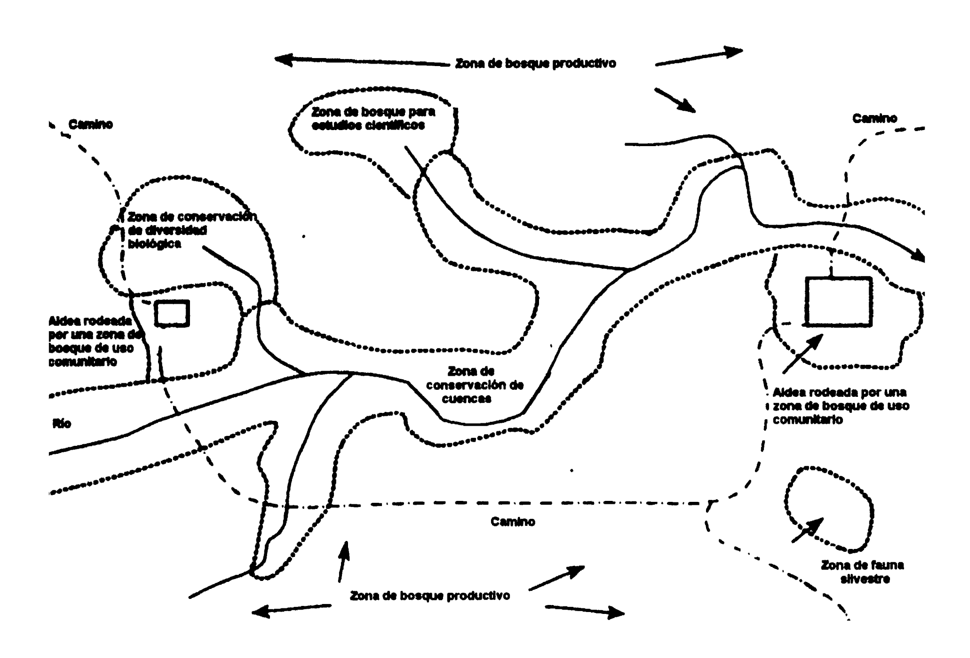
La zonificación es un paso de importancia fundamental en la definición y localización de un “área productiva neta” de producción de madera en una unidad de ordenación forestal. La zona de producción de madera se determina deduciendo la superficie de terreno “improductivo” de la superficie total de una unidad de ordenación forestal. El terreno “improductivo” no contribuye o no contribuirá a la producción de madera; incluye terrenos agrícolas, caminos, ríos y lagos, áreas industriales, poblaciones y terrenos que han sido zonificados para la conservación de cuencas y de la diversidad biológica y para la conservación de bosques utilizados por la población indígena. La zona de producción maderera constituye la superficie básica para la determinación de la posibilidad anual o corta anual admisible como se explica más adelante en la Parte II, 3.6.

El proceso de definición y descripción de las zonas forestales es, sobre todo, una actividad de campo que debe realizarse con la ventaja de un buen conocimiento del terreno obtenido mediante observaciones en el bosque por los forestales planificadores, guardas forestales y especialistas. Se deben examinar todos los tramos y considerar en cada uno de ellos los valores forestales.

Cada área específica de bosque que constituye una zona independiente se debe situar en un subtramo independiente, o en un tramo si la zona ocupa la totalidad del mismo. Los criterios de valor que se forman en el campo y que servirán de base para las zonas forestales deben apoyarse en los datos del inventario. La zonificación forestal puede apoyarse en el uso de un SIG que permita dibujar mapas de zonas generados informáticamente. En la figura 9 se presenta un esquema sencillo de zonificación forestal.

A continuación se exponen descripciones corrientes de las principales zonas forestales. Cada una puede subdividirse, dependiendo de las necesidades locales, en zonas más específicas:

Figura 9: Ejemplo de un mapa de zonificación forestal



Zona de producción de madera- cuando la producción de madera no está condicionada por otros valores forestales.

Zona de cuenca hidrográfica - cuando son predominantes los valores de conservación del suelo y de la cuenca.

Zona de conservación de fauna silvestre - cuando el bosque constituye un hábitat importante para una fauna específica.

Zona de conservación de diversidad biológica - cuando el bosque es ecológicamente importante porque contiene vegetales o animales raros y posiblemente amenazados.

Zona paisajística (o escénica) - cuando el bosque tiene valores paisajísticos en relación con carreteras, ferrocarriles o pueblos desde donde el bosque es contemplado frecuentemente por el público.

Zona de la comunidad local - cuando hay áreas de bosque que tienen un valor predominante para el bienestar físico y

espiritual de las comunidades locales dependientes del bosque. Puede incluir cementerios.

- Zona recreativa - cuando el bosque se utiliza para recreación pública como áreas de picnic, acampada y caminatas.
- Zona para estudios científicos - cuando el bosque se utiliza o se puede utilizar para estudios específicos de investigación forestal. Puede estar relacionada con zonas de conservación de fauna, diversidad biológica o cuencas hidrográficas.

Cuando se lleva a cabo la zonificación hay que plantearse cuestiones importantes, entre las que se incluyen las siguientes:

- ¿Cuáles son los valores o características primordiales de cada área específica de bosque? ¿Pueden describirse claramente los valores identificados y pueden servir de base para una zona?
- Los criterios sobre los valores de posibles zonas ¿se pueden apoyar en un inventario de calidad y otros datos técnicos? ¿Qué nuevos datos se necesitan y cómo pueden conseguirse mejor?

1.1.4 Imágenes de teledetección

Valor práctico de la fotografía aérea

Las **fotografías aéreas** ayudan para la identificación de características geográficas o para orientarse en el campo. Constituyen una herramienta práctica para cartografiar ríos, divisorias, líneas de costa, zonas pantanosas y otras características geográficas. Cuando las formas de vegetación son diferentes, las fotografías aéreas valen para reconocer e interpretar los tipos de bosque, para la zonificación y estratificación en una primera etapa de la planificación del inventario. Las fotografías aéreas sirven también para localizar la situación de las parcelas permanentes de muestreo, para el trazado de caminos, la selvicultura, la protección forestal, la planificación de los asentamientos comunitarios y para la investigación ecológica.

Las escalas más utilizadas y prácticas para fotografía aérea en blanco y negro son 1:20.000 y 1:25.000. La fotografía en color o en blanco y negro para fines específicos en que se necesita mayor detalle de superficies limitadas, suele ser de mayor escala como 1:15.000 ó 1:10.000.

Los planificadores y ordenadores forestales al considerar los usos prácticos de las fotografías aéreas, pueden plantearse las cuestiones siguientes:

- ¿Existen fotografías aéreas recientes (blanco y negro o color) de una unidad de ordenación forestal que puedan emplearse para la elaboración de cartografía detallada de tipos de bosque?
- ¿Son de calidad adecuada para los fines que se están considerando (p.ej. claridad, cubierta de nubes)?
- ¿Es completo o al menos adecuado el recubrimiento de las áreas de bosque en que se va a centrar el interés de la planificación?
- ¿Es adecuada la escala para la interpretación de campo para la zonificación, el reconocimiento y definición de los tipos forestales y otras necesidades de la planificación?
- ¿Hay experiencia técnica o se requiere formación para poder utilizar eficazmente la fotografía aérea en el campo? ¿Qué experiencia adicional y formación pueden ser necesarias?

Las imágenes satélite para la elaboración de mapas de ordenación forestal

Cuando el recubrimiento fotográfico es limitado o difícil de obtener, debido a la permanencia de la cubierta de nubes, las **imágenes satélite** son más útiles que la fotografía aérea para la elaboración de cartografía. Unas imágenes actuales de buena calidad y los sistemas de cartografía informatizada pueden mejorar la calidad y el recubrimiento de la cartografía. Es frecuente realizar un método de cartografía por mosaicos en el que se digitalizan las áreas sin nubes de una serie de imágenes satélite para formar un mapa base. Una vez formados, hay que comprobar los mapas en el campo y rectificarlos si es necesario para conseguir que sean correctos y precisos. La elaboración de mapas con el uso de imágenes

satélite es una tarea técnica especializada que debe realizarse con personal bien preparado.

La tecnología del Sistema de Posicionamiento Global en la planificación de la ordenación forestal

El **Sistema de Posicionamiento Global**, o GPS, es un sistema de satélites que giran en órbitas de la Tierra y transmiten información precisa en cuanto a tiempo y posición geográfica. Las posiciones se actualizan permanentemente lo que permite calcular velocidades y orientaciones, con gran precisión, normalmente inferior a 30 metros tanto en latitud como en longitud. La información de la posición se puede obtener rápidamente utilizando una serie de pequeños receptores manuales GPS que pueden funcionar en cualquier punto de la Tierra de día o de noche y en cualquier condición atmosférica. Hay una limitación, sin embargo, que consiste en que la tecnología GPS no se puede utilizar fácilmente bajo cubierta forestal, necesitándose condiciones de cielo abierto para la recepción de las señales de los satélites.

Aunque la tecnología GPS no se puede emplear fácilmente para determinar posiciones geográficas dentro de un bosque natural, tiene, a pesar de ello, varias aplicaciones útiles para la ordenación, entre otras las siguientes:

- Para la navegación por ríos, y recorridos por caminos y senderos.
- Para encontrar posiciones específicas en un borde del bosque, o entradas de senderos a PPMs o parcelas de investigación y cargaderos forestales.
- Para la vigilancia del trazado y longitud de caminos y pistas forestales.
- En relación con demarcaciones formales de límites, pueden emplearse los datos GPS para la generación de mapas informatizados. Sirve de ayuda para la representación cartográfica de caminos y pistas de explotación maderera de construcción reciente.
- Los datos GPS pueden incluirse en la actualización de los GIS para la creación de nuevas capas de datos GIS. A su vez,

éstos se puedan utilizar para la creación de nuevos mapas. La exactitud posicional es fundamental para poder hacer un uso óptimo de los datos recogidos con GPS integrándolos en un GIS.

Existen varios receptores GPS que pueden adquirirse en el comercio con explicaciones para su uso en los manuales de los fabricantes.

1.1.5 Sistemas de Información Geográfica

Papel de los sistemas de información geográfica en la planificación de la ordenación forestal

El término **Sistema de Información Geográfica**, o GIS, se aplica al almacenamiento informatizado, tratamiento y recuperación de datos espaciales referenciados geográficamente, como diversos tipos de mapas, y la correspondiente información estadística y de otros atributos. La capacidad de combinar diferentes mapas conocido como "overlaying", (superposición de mapas) es una de las funciones más importantes del GIS. A partir de las curvas de nivel se pueden generar imágenes tridimensionales.

El mayor valor de los GIS en la ordenación del bosque natural es su aplicación para la modelización de opciones técnicas alternativas, como ayuda para la toma de decisiones. La modelización es un instrumento para el análisis de tendencias y para la identificación de los factores que las afectan o para demostrar las posibles consecuencias de la programación de decisiones que afectan al uso y ordenación del recurso forestal. La formación de forestales operativos y planificadores en el uso de los GIS es una necesidad para conseguir la máxima utilidad de esta poderosa herramienta de planificación.

He aquí tres ejemplos de las posibilidades de orden práctico que ofrecen los GIS para la ordenación del bosque tropical:

- Integración de mapas realizados a distintas escalas, con diferentes proyecciones o distintas leyendas.

- Superposición de diferentes tipos de mapas para partes de un bosque a fin de elaborar un nuevo mapa combinando las características de varios mapas independientes. Por ejemplo, un mapa de tipos de bosque puede superponerse con mapas de suelos y precipitaciones.
- Generación de imágenes tridimensionales (oblícuas) de las posiciones de los árboles a aprovechar, superpuestas con un mapa topográfico para ayudar al trazado y proyecto de caminos de explotación forestal.

1.2 La superficie del terreno en la ordenación forestal sostenible

El conocimiento de la superficie es un aspecto de importancia fundamental en la ordenación de cualquier bosque tropical. Se necesitan datos exactos de superficies para:

- Indicar la dimensión de una unidad de ordenación forestal o cualquier parte de ella.
- Expresar la superficie de cada tipo de bosque, terrenos de matorral, terrenos improductivos, terrenos de conservación y de desarrollo de la comunidad, superficies de agua y otras clases de uso del suelo.
- Deducir la posibilidad anual o corta anual admisible de la zona de producción o de la superficie productiva neta de un bosque.
- Planificar de forma efectiva la protección forestal, la conservación de cuencas, los tratamientos selvícolas, el desarrollo de la comunidad rural y todos los aspectos de la ordenación forestal sostenible.

1.2.1 Métodos prácticos para la medición de superficies a partir de los mapas

La utilización de un planímetro y de una malla de puntos son dos métodos prácticos para la medición, en la oficina y en el campo, de superficies a partir de los mapas. En el Anexo 2 se presentan ejemplos de su utilización. También se pueden calcular las áreas mediante computadora utilizando un GIS.

Estudio de Caso 1: PT. Sumalindo Lestari Jaya: Batu Putih, Kalimantan Oriental, Indonesia.

La cartografía y las imágenes de teledetección utilizados para la elaboración de mapas son claramente reconocidos por PT. Sumalindo Lestari Jaya como una parte de importancia fundamental para la planificación de la ordenación forestal. Algunas partes de la concesión tienen recubrimiento de fotografía aérea pero la gran frecuencia de días nublados y el humo durante la estación seca, son dificultades técnicas muy importantes que no permiten adquirir fotografías con facilidad.
Las imágenes satélite están demostrando que son más útiles que la fotografía aérea debido a la buena calidad de imágenes actualizadas y a la disponibilidad de sistemas de proceso de datos. Se pueden obtener a los pocos días de encargarlas. Se sigue un método de cartografía en mosaicos, en el que se digitalizan las partes libres de nubes de una serie de imágenes satélite para formar el mapa base. Se hace un gran uso de la tecnología informática para la formación de mapas que incluye la base del sistema de información geográfica de la compañía. Se elaboran veinticinco "overlays" diferentes a partir de la digitalización de las imágenes de teledetección. Una vez formados, todos los mapas se comprueban en el campo y se corrigen, si es necesario, para conseguir que sean correctos y precisos. Las imágenes topográficas oblícuas generadas mediante ordenador, sobre las que se pueden superponer las posiciones de los árboles que pueden aprovecharse por entresaca selectiva (más de 60 cm. de diámetro, y localización determinada a partir del señalamiento) forman parte del sistema GIS. Las imágenes oblícuas ayudan mucho a la planificación de la explotación maderera, incluyendo unos ahorros considerables en la construcción de caminos, al mismo tiempo que reducen al mínimo los impactos ambientales negativos resultantes.

Medición de superficies mediante planímetro

Un planímetro es un instrumento para la medición correcta de superficies en mapas de configuración irregular. Los tipos más antiguos tienen un eje fijo o ajustable, un brazo trazador y un contador registrador que muestra las lecturas realizadas en un nonio al principio y al final de cada medición. Los planímetros de desarrollo reciente son electrónicos y muestran los datos de superficies automáticamente para cada medición.

Algunos digitalizan las superficies medidas que pueden transferirse a un ordenador. Las lecturas del mapa se amplían o reducen, de acuerdo con su escala, de la forma siguiente:

$$SC = Lp * Em^2 * 0,00001$$

donde, SC = superficie cartografiada en metros cuadrados
Lp = lectura del planímetro (número de unidades)
Em = escala del mapa.

Medición de superficies con malla de puntos

La malla de puntos es una técnica sencilla y fácilmente utilizable para medir rápidamente superficies sobre mapas, ya sea en la oficina o en el bosque. La hoja transparente con la malla de puntos se coloca sobre una parte de configuración irregular de un mapa, por ejemplo un tipo de bosque, y se cuenta el número de puntos que caen dentro de la superficie a medir. Hay que conocer la escala del mapa. Hay dos procedimientos para transformar en superficie un conteo promedio de puntos:

- *Cuando se ha imprimido en el mapa una malla cuadriculada:*
  Se obtiene la superficie de cada cuadrado de la malla a partir de la escala del mapa. La superficie en hectáreas, de un conteo de puntos de la malla sobre un mapa se calcula de la forma siguiente:

$$SC = (N / n_c) * S$$

donde, SC = superficie cartografiada en hectáreas
N = número promedio de puntos contados sobre el mapa,
n_c = número de puntos por cm^2 de la malla de puntos
S = superficie del cuadrado de la malla (hectáreas).

- *Cuando no hay malla cuadriculada sobre el mapa:*
  Se obtiene la superficie de cada centímetro cuadrado de una red de puntos, en metros cuadrados o hectáreas, de acuerdo con la escala del mapa, de la forma siguiente:

En metros cuadrados; $Sm = Em^2 / 1.000$, y en ha.: $Sha = Em^2 / 10.000.000$

donde, Sm = superficie en metros cuadrados
Sha = superficie en hectáreas;
Em = escala del mapa

La superficie correspondiente al conteo de la malla de puntos de una zona irregular del mapa, en metros cuadrados o hectáreas, se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$SC = (N / n_c) * Sm$$

donde, SC = superficie del mapa en metros cuadrados, o hectáreas,

Sm = superficie de la malla de puntos (metros cuadrados o hectáreas).

N y n_c = igual que en el caso anterior

La principal limitación del método de la malla de puntos es el error de las estimaciones de superficies. Es conveniente realizar tres o más conteos de puntos de cada área del mapa que se mide y la superficie se calcula a partir del promedio del número de puntos contados en cada una de ellas.

1.3 Inventario Forestal

1.3.1 Inventarios de recursos forestales para la ordenación forestal sostenible

Siempre se necesita un inventario de recursos de madera a fin de determinar los volúmenes, especies, calidades de las trozas y perspectivas de utilización, para planificar los recursos forestales y para poder anunciar unas estimaciones mínimas confiables en cuanto a volúmenes con vistas a las licitaciones públicas de concesiones o licencias. Dependiendo de los objetivos, los usos forestales existentes, la composición y distribución del bosque, pueden necesitarse también inventarios de recursos no maderables.

Hay dos niveles de inventariación:

- *Inventarios de planificación* de la totalidad o de una parte importante de una unidad de ordenación forestal, por ejemplo, un inventario de madera o de recursos específicos no maderables.

- *Inventarios operativos* a nivel de tramo, por ejemplo, inventarios previos al aprovechamiento y muestreo de diagnóstico.

El diseño y realización de un inventario de recursos maderables de un bosque tropical es una tarea detallada que debe incluir siempre el conocimiento y experiencia de especialistas en inventarios. Queda fuera del alcance de estas *Directrices* el describir los detalles de un inventario de recursos maderables pero se da cierta orientación en la Parte II, 1.4 – *Crecimiento y Producción del Bosque*. Para una orientación específica se recomienda a los lectores consultar los Estudios FAO Montes No. 27, *Manual de Inventarios Forestales con especial referencia a los Bosques Tropicales Mezclados* (1992) y No. 22/1, *Cálculo del Volumen y Estimación de la Producción Forestal; Volumen 1 – Cálculo del Volumen* (1980).

1.3.2 Tipos de inventarios forestales

Existen ocho tipos principales de inventario forestal, cada uno con sus propios objetivos:

- ***Aprovechamiento***
  - Previo a la concesión (para licitaciones)
  - Planificación de la explotación maderera
  - Planificación de la ordenación.
- ***Ordenación***
  - Estudios de crecimientos
  - Estudios de biodiversidad
  - Estudios sociales.
  - Posterior al aprovechamiento
  - Muestreo de diagnóstico

1.3.3 Objetivos del Inventario

Los principales elementos de un inventario forestal dependen mucho de los objetivos específicos de la ordenación. Estos objetivos deben ser muy claros, con independencia de que se proponga el inventario de una unidad

de ordenación forestal ya existente o de una nueva concesión, con el fin de que los resultados obtenidos sirvan de apoyo a tales objetivos. Nunca estará de más el hacer hincapié en este punto. Cuando se determinan los objetivos del inventario deben considerarse tres directrices específicas:

- Es necesario que la determinación de los objetivos se haga conjuntamente por la población que va a utilizar los resultados, los ordenadores y planificadores forestales y responsables de la toma de decisiones y también especialistas en inventarios. Los objetivos no los deben determinar solamente especialistas en inventarios.
- Los objetivos del inventario no tienen todos el mismo nivel de importancia. Algunos son de mayor prioridad que otros y son los objetivos de mayor prioridad los que deben condicionar el diseño del inventario y la presentación de los resultados.
- Los objetivos del inventario deben tener en cuenta el esfuerzo físico que se necesitará para llevarlo a cabo, la organización, los costes y el tiempo estimado, el conocimiento existente de los recursos, la disponibilidad de aspectos específicos de la tecnología de inventariación y la capacidad institucional. Todos tienen su importancia directa en la ejecución de un inventario. Una consideración fundamental es que el inventario debe ser posible y realizable.

1.3.4 Formato de un inventario para el aprovechamiento y la planificación de la ordenación de un bosque

El formato general que se describe a continuación puede servir de base para diseñar un inventario forestal que se realiza por primera vez en un bosque tropical en el que se propone el aprovechamiento sostenible de madera. Puede adaptarse para el aprovechamiento previo a una concesión y para la planificación de la ordenación. Cada inventario es único y tiene que ser meticulosamente diseñado para poder obtener información que satisfaga los objetivos específicos de la ordenación; no existe ni se debería utilizar un formato único de inventario.

Finalidad del Inventario

- *Definición de los objetivos del inventario en colaboración con los usuarios potenciales de sus resultados.*
- *Prioridades de los objetivos.*
- *Necesidad de especialistas en recursos no maderables.*

Información General

- *Definir la autoridad responsable de la planificación y ejecución del inventario e indicar qué otros organismos cooperarán con ella.*
- *Reunir la información existente y disponible y los datos sobre el área a estudiar, basados en estudios anteriores, informes, mapas e imágenes de teledetección, del modo siguiente:*
  - *descripción general del bosque,*
  - *variabilidad de los parámetros a medir,*
  - *topografía, accesibilidad y medios de transporte.*
- *Recursos disponibles, incluyendo financiación, personal y apoyo físico.*
- *Especificaciones detalladas del inventario;*
  - *límites exactos y área del inventario,*
  - *divisiones a establecer dentro del área a inventariar,*
  - *carácter de la información necesaria sobre los recursos,*
  - *presentación de la información del inventario,*
  - *nivel de precisión o exactitud que se requiere.*

Diseño del inventario

Descripción del diseño del inventario,

- *Descripción general de las diversas actividades a realizar, incluido lo siguiente:*
  - *estudios aéreos, interpretación de imágenes de teledetección,*
  - *procedimientos cartográficos y de cálculo de superficies,*
  - *metodología de muestreo a aplicar,*
  - *relaciones a utilizar para expresar los datos cuantitativos estimados de los recursos, por ejemplo, tablas de volúmenes.*

Procedimientos de medición

- *Descripción del diseño a utilizar, incluyendo las actividades de campo y las de carácter analítico. En particular, debe exponerse la superficie, forma, número y distribución de las unidades de muestreo a fin de cumplir los niveles especificados de precisión de los resultados.*
- *Procedimientos para la interpretación de las imágenes de teledetección:*
  - *instrucciones detalladas sobre el uso de técnicas y procedimientos,*

- *necesidades de personal y descripción de responsabilidades,*
- *instrumentos a utilizar.*

· *Organización de campo, incluido lo siguiente:*
- *necesidades de personal de campo, organización y descripción de responsabilidades,*
- *medios de transporte,*
- *directrices o instrucciones para acampar,*
- *definición de los dispositivos para el apoyo logístico.*

· *Procedimientos de campo, incluido lo siguiente:*
- *situación de las unidades de muestreo,*
- *establecimiento de las unidades de muestreo,*
- *mediciones en las unidades de muestreo,*
- *instrumentos a utilizar e instrucciones para su uso,*
- *mediciones de los troncos de los árboles (para inventarios de madera) o de otras partes de los árboles como follaje, corteza o frutos (para inventarios de productos forestales no maderables),*
- *otras mediciones o evaluaciones como las relativas a daños de insectos, mortalidad de árboles, condiciones del suelo o producción de semilla,*
- *el diseño de formularios y cómo registrar las observaciones.*

Procedimientos de recopilación de datos

· *Instrucciones detalladas sobre el proceso de los datos procedentes de la interpretación de imágenes de teledetección y del muestreo de campo, en la forma siguiente:*
- *fórmulas matemáticas que deben aplicarse para el cálculo de valores medios y errores de muestreo,*
- *relaciones que deben emplearse para transformar las mediciones de imágenes o del bosque en las expresiones deseadas de cantidad, por ejemplo, tablas dendrométricas (volúmenes de árboles).*

· *Métodos de cálculo a utilizar y recopilación de datos, incluido lo siguiente:*
- *descripción de los procedimientos a seguir, por ejemplo, programas y software específicos,*
- *descripción detallada de todas las fases del proceso de datos, incluyendo la transcripción de los datos procedentes de los formularios de campo o (de las computadoras de campo), verificación, cálculo de datos, preparación de resúmenes y manejo de la base de datos.*

Informe

- *Descripción general del informe,*
- *Estimación del tiempo necesario para elaborar el informe,*
- *Responsabilidades para la elaboración del informe,*
- *Método de impresión,*
- *Número estimado de copias necesarias,*
- *Distribución del informe.*

1.3.5 Inventario previo al aprovechamiento (aforo)

Planificación

En términos prácticos, la mejor forma de programar un **inventario previo al aprovechamiento** del cien por cien de los árboles comercialmente aprovechables de un bosque tropical de especies mezcladas, es hacerlo dentro del marco del plan estratégico de aprovechamientos, el que a su vez se obtiene de un plan aprobado de ordenación forestal. La finalidad de este plan de aprovechamientos se expone en la Parte II, 3 – *Planificación de la ordenación.*

Un inventario previo al aprovechamiento debe basarse en una prescripción específica establecida en un plan de ordenación aprobado y también en el plan de aprovechamientos. El aforo incluye las siguientes medidas específicas:

- Levantamiento topográfico e inventario de los árboles potencialmente aprovechables (obligatorios y opcionales dentro de la concesión) y de los árboles que deben excluirse del aprovechamiento por razones ambientales o de conservación.
- La superficie total donde se programan los aprovechamientos debe definirse utilizando mapas de tramos a escala 1:50.000, o a mayor escala, dependiendo de la superficie a aprovechar. Cuando los tramos no estén claramente definidos, constituyen un buen punto de partida bloques de un kilómetro cuadrado (100 ha.) para la planificación de un inventario previo al aprovechamiento.

Estudio de Caso 2: Principales características del sistema de inventario forestal de Sabah, Malasia

Característica	Descripción
1. Diseño	
Tipo de inventario	*Sistemático.*
Tamaño de la muestra	*600 - 700 parcelas por unidad de ordenación de 100.000 ha.*
Tamaño de las parcelas	*Parcelas de muestreo combinadas de cuatro tamaños diferentes (0,25;, 0,04; 0,0025 ha. y zanja de perfil del suelo).*
2. Precisión	Error de muestreo < *5% (nivel de probabilidad 95%).*
3. Trabajo de campo	
Brigada de campo	*6 personas (1 perito forestal, 2 forestales y 3 obreros).*
Rendimiento	*10 - 13 parcelas por brigada al mes.*
4. Proceso de datos	
Software	*FoxPro (sistema de banco de datos)*
Programa	*Sistema amigable para el usuario mediante menús para la entrada de datos, edición, comprobación, proceso e impresión de los resultados*
5. Costes	*2,40 $EUA/ha. (basado en una superficie forestal de 100.000 ha.).*

Fuente: Kleine & Heuveldop, Forest Ecology & Management, Vol. 61, 1993.)

- El inventario se debe diseñar y ejecutar en fajas paralelas contiguas de 20 a 70 metros de anchura, que atraviesen el bosque en que se propone el aprovechamiento. La anchura de las fajas dependerá de factores tales como la inclinación o pendiente que determinan la facilidad o dificultad del trabajo en el bosque.
- La orientación y la longitud de las fajas de inventario y su relación con los límites del tipo de bosque, caminos y pistas, deben determinarlas en la oficina los forestales de planificación y el jefe del equipo de inventariación. Es conveniente que las fajas del inventario se tracen en el mapa de planificación del mismo cruzando divisorias, montículos y otros caracteres topográficos, pero se deben basar también en el conocimiento personal del bosque. Para la planificación del

inventario debe utilizarse un mapa de planificación estratégica de los aprovechamientos y fotografías aéreas, si se dispone de ellas.

Equipo de aforo

El equipo de aforo, de cuatro a seis personas, debe incluir un jefe de equipo, aforadores de árboles (medidores), identificadores de árboles y trabajadores con experiencia en el terreno. Si el equipo de aforo está en el campo durante varios días, debe incluir también porteadores y cocineros.

Características de un buen sistema de aforo

Son aspectos esenciales de un buen sistema de aforo los siguientes:

- Se debe abrir una senda de acceso claramente definida y cuidadosamente situada que constituirá la línea central de cada faja de inventario.
- La distancia recorrida en cada faja de aforo debe medirse continuamente con cinta métrica a partir del origen de la faja a medida que va avanzando por ella el equipo de aforo. El sotobosque debe cortarse formando líneas marcadoras a lo largo de los bordes de las fajas, la línea exterior de una faja marca el borde interior de la siguiente faja paralela. Las anchuras de las fajas se deben comprobar regularmente mediante cinta métrica por lo menos cada 100 metros de distancia recorrida.
- Las curvas de nivel, las posiciones de los árboles y su número se cartografían croquizándolos en páginas de papel cuadriculado a medida que avanza el aforo a lo largo de la faja correspondiente. Cada anotación del inventario sobre papel cuadriculado debe asociarse mediante la numeración apropiada, con las hojas de conteo. Ambos constituyen un registro permanente del inventario.
- La elaboración de croquis de las posiciones de los árboles y la topografía sobre papel cuadriculado, es un procedimiento

práctico que permite digitalizar las posiciones de los árboles, las curvas de nivel y los cursos de agua para registrarlos en un GIS. Junto con las imágenes de teledetección, la elaboración de croquis ayuda a la preparación de mapas topográficos detallados de áreas específicas a aprovechar en un futuro próximo. En la figura 10 se presenta un ejemplo de un mapa de distribución de árboles y topografía, recopilado a partir de la elaboración de croquis en el campo y del aforo de árboles del bosque de dipterocarpos del este de Kalimantan, Indonesia. La escala es 1:1.000 y la anchura de cada banda de aforo es de 20 metros. Las posiciones de los árboles se marcan con triángulos y se numeran correspondiendo con los números del libro de aforo. Los códigos de especies se introducen en cada "triángulo de árbol".

- El equipo de aforo debe anotar la localización y densidad de plantas trepadoras, incluido el ratán, que puede ser necesario cortar en el tratamiento previo al apeo.
- En un inventario previo al aprovechamiento sólo se deben medir las especies comerciales y los tamaños de los árboles (alturas y diámetros mínimos de los troncos).
- Los datos de medición de los árboles se deben anotar en hojas de registro a medida que avanza el aforo. Aunque es un procedimiento sencillo, exige cuidado para conseguir que la identidad y las mediciones de los árboles sean exactas y se registren correctamente. Los datos se pueden anotar también en una computadora manual de campo lo que permite transferirlos después a una computadora de oficina para procesarlos.
- Si es factible, debe marcarse en la base del árbol la dirección aproximada de caída del mismo, mediante una flecha o línea a fin de ayudar al responsable de la corta.

Marcación de los árboles

Los requisitos de la marcación de los árboles son:

- Los árboles que se cartografían y miden se deben también marcar, numerar y registrar, utilizando marcas de plástico impermeables de diferentes colores para los árboles a cortar y para los árboles "padre" (denominados también árboles semilleros) que deben dejarse y protegerse del aprovechamiento. Se puede utilizar pintura para marcar los árboles pero tiende a desaparecer en poco tiempo dependiendo sobre todo de las condiciones meteorológicas, lo que hace necesario el volver a pintarlos. Los árboles que se han de aprovechar deben marcarse con toda claridad en el terreno y situarlos en un mapa que debe llevar constantemente el aserrador, como referencia, a fin de asegurarse de que se cortan los árboles debidos.
- El nombre de cada especie, o un código de identidad determinado localmente, y las dimensiones estimadas de las trozas de los árboles que se van a cortar, se contabilizan junto con el número correspondiente al árbol, de la forma siguiente:

  - en una hoja de conteo que forma parte del registro del inventario,
  - una marca en el árbol, de plástico o aluminio, utilizando un rotulador permanente o un dispositivo de punta dura, respectivamente. Las marcas deben ser de colores brillantes (amarillo o rojo), siendo preferible que tengan una parte duplicada que puede arrancarse. El código de identificación, el número del árbol y las dimensiones de las trozas se repiten en la parte duplicada de la marca.
- El código de identificación de la especie que está señalado en la marca del árbol debe señalarse también en el "triángulo del árbol" registrado sobre el papel cuadriculado.
- Los árboles padre, que no han de cortarse deben localizarse también en el mapa y marcarlos en el terreno utilizando una marca de diferente color. También en este caso, el código de identificación determinado localmente para cada especie,

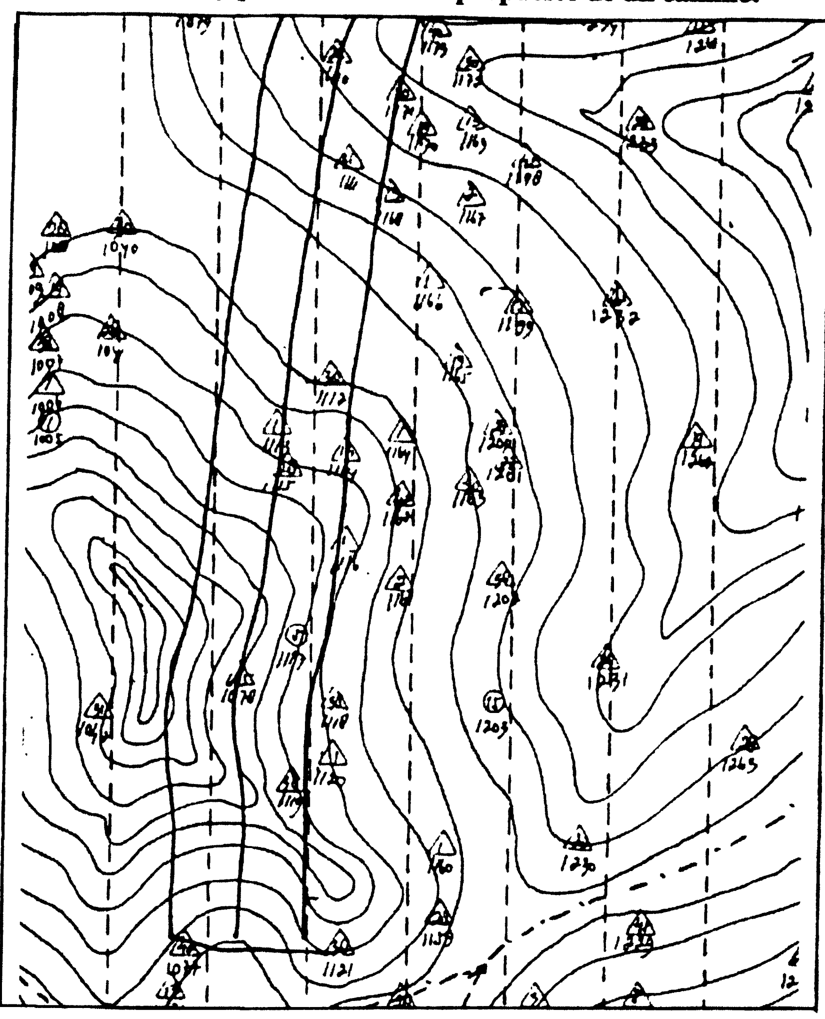
y las dimensiones estimadas de las trozas de los árboles se cuentan contrastándolas con el número del árbol. Esta marca quedará como marca permanente en cada árbol padre y los aserradores deben ser conocedores de esta circunstancia.

Conteo de árboles y cálculo de volúmenes

Los requisitos del conteo de árboles y el cálculo de volúmenes son:

- Se anota la especie del árbol, las dimensiones (especialmente diámetro del tronco) y su estado (horquillado, podrido, etc.) y se calculan los volúmenes en la oficina utilizando una calculadora o un sistema informático con un programa de bases de datos. Se recomienda a los lectores que consulten el Estudio FAO Montes Nº 22/1 (1980), *Cálculo de volúmenes forestales y estimación de la producción*; Volumen I: *Cálculo de volúmenes*. En este Estudio podrán encontrar descripciones detalladas sobre el cálculo de volúmenes de árboles, especialmente con el empleo de tarifas, para la medición indirecta de volúmenes dasométricos (de masas) a partir de la medición de los diámetros de los troncos.

Figura 10. Mapa de aforo que presenta la distribución de los árboles, las curvas de nivel y parte del trazado propuesto de un camino.



Leyenda: "Δ "= localización de los árboles y "O " = árboles aprovechables.

- *Un número dentro de un círculo o triángulo corresponde al código de la especie*
- *Un número debajo del triángulo o círculo indica el número de registro*
- *Las líneas paralelas de puntos son los bordes de las fajas de aforo de 20 m. de anchura, las líneas curvas son curvas de nivel.*
- *Las tres líneas gruesas marcan el trazado de un nuevo camino.*

(Fuente: Pt. Sumalindo Lestari Jaya: Batu Putih, Kalimantan Oriental, Indonesia).

Estudio de Caso 3: PT. Sumalindo Lestari Jaya: Batu Putih, Kalimantan Oriental, Indonesia.

PT. Sumalindo Lestari Jaya realiza su primer inventario previo al aprovechamiento y no contrata consultores locales. El equipo de aforo, con un número aproximado de ocho personas, comprende un jefe de equipo, aforadores de árboles (medidores), identificadores de árboles, trabajadores conocedores del terreno y porteadores/cocineros. Cada equipo permanece hasta un mes en el bosque pero está en contacto periódico con la sede central, a través de las visitas realizadas por los porteadores que traen la comida y otros abastecimientos y recogen y llevan los datos de campo.

El trabajo de los equipos de aforo se comprueba en el campo mediante un sistema aleatorio a cargo del personal supervisor de la compañía y también de los oficiales forestales provinciales. El bosque se afora en fajas paralelas de 20 metros de anchura, se cartografían los árboles, se marcan y numeran utilizando marcas impermeables de plástico coloreadas con color rojo en el caso de los árboles a cortar y amarillo en el de los árboles padre. Las curvas de nivel topográficas y las posiciones y números de los árboles se croquizan en papel cuadriculado a medida que avanza el trabajo a lo largo de cada faja de 20 metros. Se trata de un sistema práctico porque permite digitalizar las posiciones de los árboles y ayuda también a la definición de las curvas de nivel de la topografía, juntamente con las imágenes de teledetección. Aunque las posiciones de los árboles se estiman en relación con los bordes de las fajas de aforo y la distancia recorrida por el equipo de aforo a lo largo de cada faja, es poco probable que los árboles estén a más de tres o cuatro metros de su posición real.

- Los métodos informáticos son preferibles al uso de calculadoras para el proceso de los datos del inventario, debido a su facilidad y eficacia para manipular gran cantidad de datos, la posibilidad de realizar un análisis completo de los datos y porque se pueden introducir directamente y utilizar los datos en un GIS. Es necesario contar con la asistencia de forestales especializados que tengan un sólido conocimiento de la aplicación de la tecnología informática al sector forestal.

Manual de campo para el inventario previo al aprovechamiento

Las directrices que siguen deben adaptarse a las condiciones locales existentes en una unidad de ordenación forestal e incorporarse a un manual

para el inventario previo al aprovechamiento, a fin de dar una orientación clara y fácilmente accesible para el personal de campo.

1.3.6 Aforo de comprobación

Una característica fundamental de todo inventario previo al aprovechamiento es la comprobación al azar del trabajo de un equipo de aforo. Conocido como **aforo de comprobación**, debe realizarse en el transcurso de dos a tres semanas del inventario previo al aprovechamiento por un equipo dirigido por un forestal de planificación. Cuando una unidad de ordenación forestal está siendo ordenada por una empresa titular de la concesión o una ONG en nombre de los propietarios tradicionales, el aforo de comprobación debe realizarlo un equipo que incluya personal supervisor de la empresa o de la ONG. Los oficiales forestales del gobierno deben hacer comprobaciones de campo independientes, al azar, del inventario previo al aprovechamiento cuando los terrenos forestales sean de propiedad del Estado.

El aforo de comprobación debe incluir la vigilancia de partes de las fajas de inventario, elegidas al azar. Se examinan todos los aspectos del inventario de la forma siguiente:

- Distancias de avance y anchuras de la faja de inventario.
- Identificar los árboles a aprovechar y a reservar como árboles padre.
- Sistemas de marcación y numeración.
- Mediciones de los árboles y evaluación de su estado.

El alcance de la comprobación dependerá de los límites de confianza impuestos por la autoridad forestal o establecidos por la empresa encargada de la concesión. Como directriz práctica y fácil de entender se debe comprobar mediante aforo un dos por ciento del área recorrida por un inventario previo al aprovechamiento y aplicar las siguientes normas de comprobación:

- Cuando los inventarios previos al aprovechamiento están a cargo de más de un equipo, hay que comprobar el trabajo de todos los equipos de inventariación.

- La superficie de la sección de una faja de inventariación que haya sido elegida al azar para un aforo de comprobación, debe estar dentro del 95 por ciento de la superficie real medida por el equipo del aforo de comprobación.
- La identidad de los árboles debe ser correcta para el 95 por ciento de todos los árboles examinados en el aforo de comprobación, esto es, 19 árboles de 20 deben haber sido identificados correctamente.
- Todos los árboles que cumplen los criterios en cuanto a especies y diámetros de los troncos o fustes para su aprovechamiento, o para reserva como árboles-padre deben haber sido reconocidos, marcados y medidos en el inventario previo al aprovechamiento.
- No debe haber más de un ±5 por ciento de diferencia entre el inventario previo al aprovechamiento y el aforo de comprobación en cuanto a las mediciones de los diámetros de los fustes y los volúmenes calculados a partir de éstos.

Los datos del aforo de comprobación deben procesarse exactamente igual que los del inventario previo al aprovechamiento a fin de poder hacer comparaciones válidas. Unas diferencias constantes entre el aforo de comprobación y el inventario previo al aprovechamiento se deben examinar para determinar las razones a que obedece. También se deben discutir con el jefe y los miembros del equipo de aforo con el fin de eliminar cualquier diferencia.

1.4 Crecimiento y producción del bosque

1.4.1 Componentes del crecimiento forestal en los bosques tropicales

El conocimiento del crecimiento del bosque sirve como base segura para la medición del incremento que puede utilizarse para deducir la producción de madera de un bosque productivo. También se necesitan los datos de crecimiento para planificar los aspectos operativos de la ordenación, y para estudios de carácter técnico y económico. En estas *Directrices* sólo se describen los métodos más fundamentales para la medición del crecimiento

del bosque tropical con el fin de demostrar las principales etapas que incluye y estimular a los ordenadores forestales a dar los primeros pasos para realizar mediciones de crecimiento para poder deducir de ellas el crecimiento del bosque. Se recomienda a los lectores consultar, para más detalles, las referencias especializadas que se citan al final de este capítulo.

El crecimiento de un bosque tropical mezclado, que contiene un gran número de especies, tiene tres componentes independientes:

- El incremento propio de los árboles,
- La mortalidad de los árboles,
- Las incorporaciones suplementarias, o crecimiento de nuevos árboles, incluidos en clases diamétricas inventariables, procedentes de regeneración.

La fórmula del crecimiento del bosque se puede expresar de la forma siguiente:

$$I = \{(I_{árboles} \times n) - (M + N)\} / n$$

donde, I = incremento forestal neto, expresado usualmente en m^3/ha/año.

$I_{árboles}$ = la suma de los incrementos, que se suele expresar en m^3/ha/año, de los árboles que sobreviven durante un período especificado de medición.

M = volumen de los árboles que han muerto durante un período específico de medición y que no contribuyen ya al crecimiento forestal neto

N = volumen de las nuevas incorporaciones, medido al final de un período especificado de medición.

n = período en años.

La medición de las incorporaciones y de la mortalidad es tan importante en la determinación del incremento forestal neto como las mediciones del crecimiento de los árboles. El crecimiento de los árboles y el crecimiento forestal de un bosque tropical no son equiparables como en el caso de las plantaciones. Los métodos empleados para medir el crecimiento y estimar la producción de madera tienen cuatro componentes:

- Medición del crecimiento y estimación de la producción.

- Elaboración de un modelo de crecimiento y ajuste de éste a los datos de crecimiento y producción.
- Comprobación del modelo para su convalidación.
- Aplicación del modelo al uso final requerido.

Aparte de la medición del crecimiento y la estimación de la producción, otros componentes exigirán la ayuda de especialistas técnicos en dasometría y modelización del crecimiento. Las características básicas del muestreo y la medición del crecimiento y producción se exponen más adelante en este capítulo. Las referencias técnicas enumeradas al final de este capítulo explican la metodología.

1.4.2 Muestreo y medición del crecimiento y producción del bosque

Los cuatro componentes básicos del muestreo forestal

Hay cuatro aspectos básicos del muestreo forestal para la medición del crecimiento y la producción que deben tenerse en cuenta cuando se planifica la ordenación y en la ejecución del plan. Éstos son los siguientes:

- *Definir la "producción"* Hay que ser muy específicos y definir claramente qué producción se pretende. Ésta puede ser el volumen de madera de árboles específicos o el volumen de madera de la totalidad del bosque, o puede consistir en productos no maderables o en una mezcla de madera y productos no maderables.

- *Diseño de la parcela permanente de muestreo:* El diseño del sistema de PPM se determinará mediante la definición de la producción y debe considerar también el modo más eficaz de medir la producción. Para la medición del crecimiento de madera y para la medición del crecimiento de los productos no maderables se utilizan parcelas permanentes de muestreo.

- *Modelo de muestreo para parcelas permanentes de muestreo:* El muestreo puede ser sistemático o aleatorio. Con independencia de la variabilidad del bosque, puede ser más importante lograr un número

adecuado de parcelas de muestreo, utilizando ya sea el muestreo sistemático o el aleatorio, que el pretender lograr una intensidad de muestreo predeterminada.

- *Repetición regular de la medición de las parcelas permanentes de muestreo:* Es fundamental el establecimiento y repetición regular de la medición de las parcelas permanentes de muestreo distribuidas por todo el bosque, durante un largo período de tiempo. Este sistema permite vigilar los efectos de la variación de la estación sobre el crecimiento del bosque y los efectos reales de las operaciones de aprovechamiento que se miden e incluyen en un modelo de producción.

Inventario Forestal Continuo

El Inventario Forestal Continuo representa la medición del crecimiento del bosque y su desarrollo mediante la ejecución de mediciones repetidas de los árboles de parcelas permanentes. El IFC sirve como registro del crecimiento en volumen y de los cambios de otras variables forestales a lo largo del tiempo. Los datos sobre el crecimiento del bosque son necesarios para la construcción de tablas de producción y modelos de crecimiento que pueden emplearse, junto con los datos del inventario ordinario, para pronosticar el crecimiento y la producción y para regular la producción. El inventario forestal continuo comprende una red de parcelas permanentes de muestreo que se miden regularmente; proporciona unos datos muy fiables para la estimación de:

- Los cambios de las características de las masas forestales a lo largo del tiempo.
- Las variaciones de la composición y productividad del bosque según la estación y el tratamiento selvícola.
- Las relaciones entre las variables dendrométricas (árboles), las variables dasométricas (masas) y los incrementos que pueden emplearse para pronosticar la producción.
- Los cambios a largo plazo de la estación y su capacidad productiva permanente.

La exactitud de los resultados obtenidos realmente del IFC respecto a los valores reales, dependerá del método de muestreo, la variabilidad del bosque y la intensidad de muestreo. La variabilidad del bosque después de la primera operación de explotación maderera, debe determinarse utilizando un estudio piloto de campo con respecto al volumen de los árboles, siendo la variable del crecimiento la que tiene mayor importancia comercial y para fines de planificación.

Parcelas permanentes de muestreo

Las parcelas permanentes de muestreo son áreas de bosque definidas permanentemente que se vuelven a medir periódicamente con regularidad, para obtener datos sobre existencias, dimensiones y volúmenes de árboles. La información sobre los cambios a lo largo del tiempo en la composición, estructura y crecimiento de un bosque se puede deducir de las PPM.

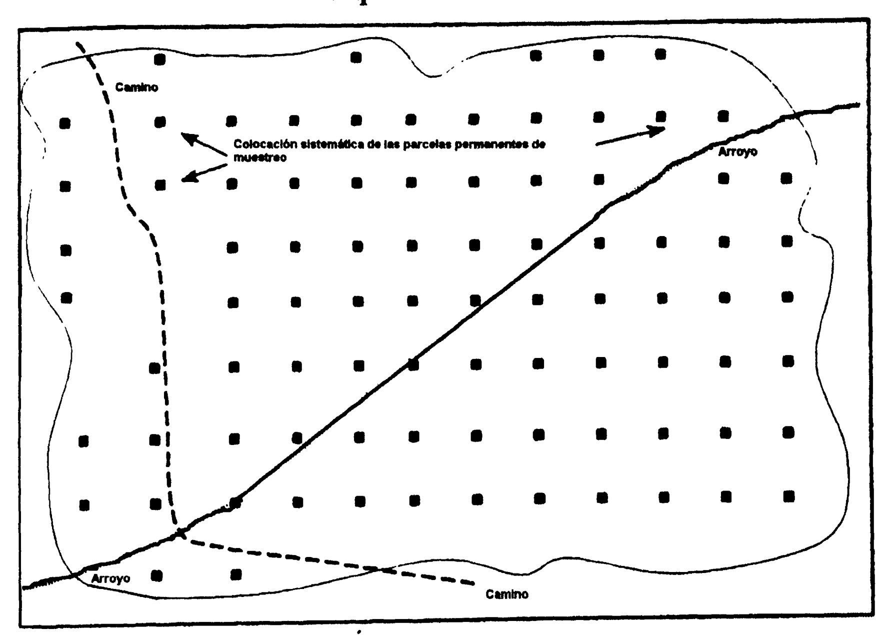
Diseños de muestreo

Para el establecimiento de una red de parcelas permanentes de muestreo se pueden utilizar diseños de muestreo sistemático y de muestreo aleatorio.

- *Muestreo sistemático:* Es un modelo a base de cuadrados o rectángulos, en el que las parcelas se establecen sobre un formato de malla. Tiene la ventaja de que es sencillo de diseñar y aplicar en un bosque y el recubrimiento de las parcelas es uniforme.

  El diseño del muestreo sistemático se presenta en forma de diagrama en la Figura 11. Sin embargo, tiene el inconveniente de que no incluye estratificación. Las muestras sistemáticas pueden resultar sesgadas debido a cualquier variación natural uniforme (por ejemplo, cerros) o al trazado de la malla. En el muestreo sistemático no se puede determinar el error de muestreo de las variables (del que se deducen los límites de confianza).

Figura 11: Diseño de muestreo sistemático para la localización de las PPMs en un bosque



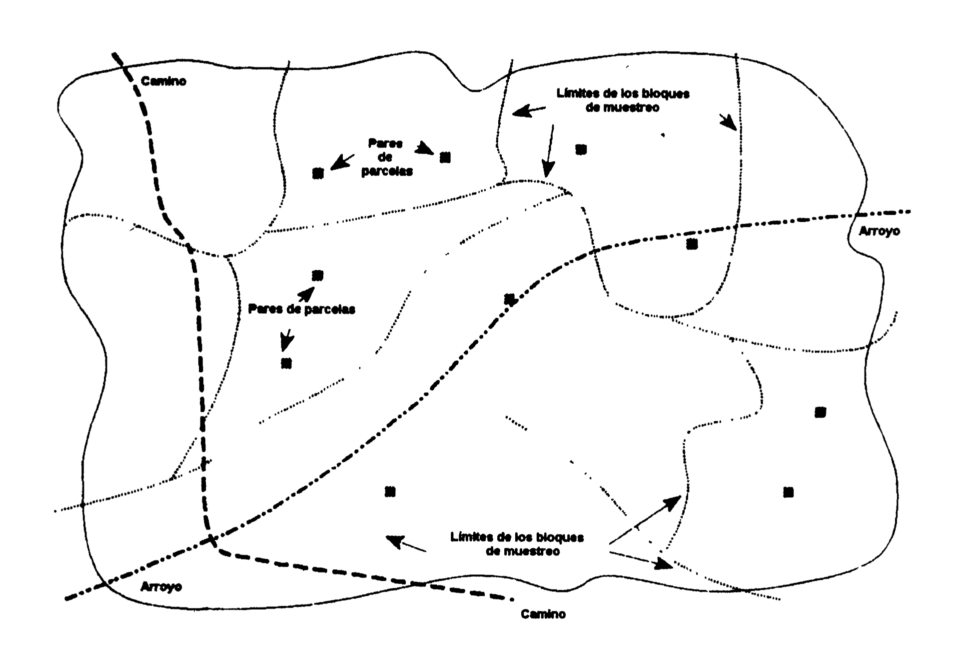
- *Muestreo aleatorio estratificado:* El muestreo aleatorio estratificado es un procedimiento eficaz y práctico para los bosques tropicales que permite poder calcular los límites aproximados de confianza para árboles y otras variables forestales. Hay dos diseños, el muestreo aleatorio estratificado irrestricto y el muestreo aleatorio estratificado en dos etapas. En la Figura 12 se presenta en forma de diagrama un ejemplo de este tipo de muestreo

- *Muestreo estratificado irrestrictamente aleatorio*:

- El muestreo estratificado irrestrictamente aleatorio incluye la subdivisión de un bosque en varias zonas o estratos uniformes o casi uniformes, basándose en las semejanzas ecológicas, geográficas o administrativas. Grandes tipos de bosque o grupos de tramos son

ejemplos de estratos de muestreo. Los estratos se definen de forma permanente en el mapa de inventario de la ordenación.

Figura 12: Muestreo aleatorio estratificado para situar pares de parcelas en los bloques de muestreo de un bosque



- Los estratos deben ser lo más pequeños posibles, pudiendo incluir la subdivisión de grandes estratos en zonas de muestreo menores y más uniformes, como bosques específicos o tipos de estación.

Los estratos deben ser suficientemente grandes para poder ubicar al azar al menos dos parcelas permanentes de muestreo dentro de cada estrato sin aumentar el número de parcelas por encima del tope en cuanto a intensidad de muestreo del inventario. Se necesitan dos o más parcelas dentro de cada estrato para poder calcular los límites de confianza del cálculo de volúmenes.

• *Muestreo aleatorio estratificado en dos etapas:*

- El muestreo en dos etapas es una variante del muestreo aleatorio estratificado que tiene la ventaja de que los recursos limitados de personal y técnicos se centren en áreas determinadas, ayudando a reducir los costes del programa de IFC.

  Primera etapa: Se definen las unidades principales de muestreo igual que para el muestreo aleatorio estratificado. Las unidades se denominan bloques y no estratos. Se realiza entonces una muestra objetivo de los bloques, enumerándolos y eligiendo al azar de una lista.

  Segunda etapa: Los bloques seleccionados se submuestrean situando al azar (o sistemáticamente) las PPMs.

- Una combinación del muestreo en dos fases con pares estratificados de PPMs es un diseño práctico y eficiente para un IFC. Tiene el inconveniente de que se muestrean sólo los bloques seleccionados y no todos ellos y por lo tanto no se puede utilizar como parte de un sistema de vigilancia de la ordenación forestal.

Estudio piloto para deducir el número de parcelas permanentes de muestreo

Si no hay información suficiente sobre el crecimiento correspondiente a un bosque determinado, procedente de datos de inventarios anteriores, debe realizarse un estudio piloto *ad hoc*, incluyendo cinco, seis o más parcelas temporales de una hectárea para obtener el coeficiente de variación del volumen que servirá de orientación sobre la intensidad de muestreo de la PPMs. Se calcula el coeficiente de variación del volumen porque ésta es la variable de mayor interés para la ordenación. El número de parcelas PPMs necesarias para lograr un nivel determinado de precisión en un inventario, se puede calcular mediante la ecuación siguiente:

$$PPMs = (CV_v / p^2)$$

donde, *PPMs* = Número de PPMs necesarias
Cvv = Coeficiente de variación del volumen,
P = Límite aceptable de precisión, p.ej. para 5%, p = 0,05.

Como el estudio se hace una sola vez, no puede indicar un coeficiente de variación del crecimiento durante un período de tiempo. En el Anexo 3 se da una orientación detallada sobre el cálculo del coeficiente de variación, el error estándar y el intervalo de confianza del volumen medio. En las referencias que se incluyen al final de este capítulo se describen otros métodos

Como norma general y basándose en la experiencia de varios bosques tropicales, 50 a 100 parcelas distribuidas al azar, cada una de 1 ha., parecen adecuadas para obtener datos de crecimientos correspondientes a superficies de varios miles de hectáreas, o varios tramos dentro de un estrato o varios bloques en un muestreo en dos etapas. Inicialmente, probablemente será suficiente una parcela por cada 100 a 150 ha. de bosque, dependiendo de su uniformidad, de la intensidad de la selvicultura aplicada y de la precisión requerida de los datos de crecimiento.

Tamaño y forma de las parcelas

La superficie de parcelas más eficaz es un compromiso entre la superficie total de bosque muestreada y el esfuerzo físico necesario para establecer, mantener y volver a medir regularmente las parcelas. La finalidad es reducir al mínimo la relación entre el perímetro de las parcelas y su superficie. El tamaño de parcela más eficaz en un bosque dado, dependerá de los objetivos del inventario, el nivel de precisión requerido, la variabilidad del bosque y los costes de establecimiento, mantenimiento y medición repetida de las PPMs. Se utilizan, en general, parcelas cuadradas de 1 ha. en muchos bosques tropicales, con las siguientes ventajas:

- Se subdividen fácilmente en 25 subparcelas de 0,04 ha., ó 100 subparcelas de 0,01 ha., para un submuestreo dentro de una parcela.
- Representan valores por hectárea de existencias y otros parámetros medidos, evitándose con ello problemas de conversión.
- Proporcionan una buena representación de la diversidad de especies.

Las parcelas cuadradas tienen las siguientes ventajas:

- Tienen límites más cortos que una superficie equivalente de fajas, reduciéndose con ello el esfuerzo y coste de establecimiento y mantenimiento de las parcelas. Unos límites más cortos reducen los errores que pueden ocasionar los árboles situados en los límites de las parcelas.
- Las parcelas cuadradas son más fáciles de situar que las fajas, sin introducir sesgos y es menos probable que se vean perturbadas por el pisoteo o el paso de caminos. Los bordes y límites de las parcelas cuadradas son más fáciles de situar de nuevo que las parcelas circulares.
- Las parcelas cuadradas son más prácticas de establecer y mantener en muchos bosques tropicales que las parcelas circulares. Es poco práctico situar grandes parcelas circulares con precisión en zonas de vegetación densa porque los árboles próximos al límite de las parcelas no se pueden ver desde el centro. Las parcelas circulares no se pueden subdividir fácilmente en subparcelas.

Las siguientes directrices pueden ayudar para el establecimiento de parcelas cuadradas:

- Se deben numerar para conseguir que se registren sistemáticamente los datos de los árboles de cada parcela en el establecimiento y en cada nueva medición.
- Se debe trazar cada parcela con cinco fajas contiguas de 100 metros de longitud y 20 m. de anchura cada una. Cada faja

se traza 10 m. a la izquierda y 10 m. a la derecha de una línea central.

- Se divide cada faja en secciones de 10 m. de longitud, lo que da 25 subparcelas, cada una de 0,04 ha., en cada PPM de 1 ha.
- Una vez determinado el punto de arranque, las líneas centrales se deben cortar en dirección E-O o O-E sobre terreno llano con el empleo de una brújula. En terreno inclinado las líneas centrales pueden abrirse transversalmente a las curvas de nivel.
- Las subparcelas se numeran desde la esquina NO, siguiendo el orden de la medición propuesta.
- Se colocan estacas en la línea central de cada faja con intervalos de 10 m. a fin de marcar los límites de cada subparcela. Cada una se numera correlativamente.
- Las distancias indicadas son distancias horizontales. En terreno inclinado la distancia real se debe obtener mediante una tabla de reducción de pendientes, midiendo la pendiente con el uso de un clinómetro.

Cuando se establece una PPM, se debe calcular su superficie exacta, corregida según la pendiente. Hay que registrar también la siguiente información básica de la estación:

- Latitud, longitud y altitud.
- Orientación, pendiente, perfil del suelo.
- Datos de precipitaciones mensuales y temperaturas (de la estación meteorológica más próxima).
- Historial del bosque y utilización forestal en el pasado.

Subdivisión de las parcelas

Durante el establecimiento de la parcela se deben trazar permanentemente pequeños cuadrados o subparcelas para conseguir que la parcela quede plenamente incluida en cada evaluación, faltando el mínimo número de árboles. Las subdivisiones de la parcela ayudan a encontrar fácilmente cada árbol, a conseguir la distribución uniforme de la masa o de los árboles de aprovechamiento potencial que hay que medir y ayudan también a

comprobar las mediciones de los árboles. Cada cuadrado debe numerarse en el registro de la parcela. Un tamaño de cuadrado de 20 m x 20 m (0,04 ha.) es una dimensión conveniente para medir una selección de árboles en una parcela. Un cuadrado de 10 m x 10 m (0,01 ha.) permite evaluar las existencias potenciales de los árboles de la corta final y, en la práctica, es la dimensión mínima para situar y volver a situar el muestreo.

Situación y acceso de las parcelas para el muestreo de crecimiento

La situación inicial de la parcela se debe determinar en la oficina sobre un mapa de inventario de la ordenación. La situación de las parcelas en un muestreo aleatorio estratificado se obtiene a partir de números aleatorios que definen las dos coordenadas de cada parcela. Los números aleatorios pueden obtenerse mediante tablas de números aleatorios, utilizando el generador de números aleatorios disponible en muchas calculadoras o utilizando un programa de hoja de cálculo (uso de la función de *@RAND*) en un ordenador personal.

Si un par de coordenadas caen fuera de los límites de cada estrato, se desechan y se elige el próximo par. También se debe desechar la posición de una parcela si cae total o parcialmente en un tipo improductivo de vegetación o en terreno improductivo, como un camino, río, terreno rocoso o un sitio industrial; éstas son áreas improductivas desde el punto de vista de determinación de la producción. La parcela se debe desechar si cae a menos de 100 m. del borde más próximo de una parcela previamente seleccionada

Cuando se han determinado las posiciones de las parcelas, se deben cartografiar y redactar como instrucciones de campo (orientaciones, distancias) y marcarlas en las fotografías aéreas para orientar a los operarios de campo sobre la situación de cada parcela. Las esquinas de las parcelas, los límites y las subparcelas se deben definir permanentemente utilizando postes que sean claramente visibles.

Cada parcela se debe situar cuidadosamente mediante el examen del mapa del inventario de ordenación, incluyendo el examen de la senda de acceso

desde un borde de carretera o un punto físico de referencia claramente definido. Este estudio ayuda para una nueva localización de la parcela. Las señales de las sendas de acceso y bordes de carretera deben definirse claramente y mantenerse. Montones de tierra y zanjas en las esquinas ayudan a definir la situación de los límites y líneas de acceso de las parcelas.

Numeración de los árboles

Cada árbol situado dentro de una subparcela, cuyas mediciones se registran a largo plazo, debe estar numerado permanentemente para poder calcular los incrementos de cada árbol, el crecimiento de la parcela, las nuevas incorporaciones y las pérdidas. No es posible obtener un registro a largo plazo del crecimiento de cada árbol, la mortalidad de árboles y las incorporaciones sin hacer mediciones repetidas en árboles numerados individualmente. Se deben poner números en los árboles utilizando una combinación de marcas inoxidables e inscribiendo, dependiendo de las características de la corteza, las dimensiones de la madera y del árbol.

Medición de los diámetros de los árboles

La dimensión de los diámetros de los árboles es una variable importante para determinar el crecimiento del bosque por lo que se debe tener cuidado a fin de conseguir reunir un historial preciso de las mediciones de los diámetros de los árboles. Hay que hacer mediciones sucesivas de tales diámetros realizadas en el mismo punto del árbol a 1,3 metros sobre el terreno (punto del diámetro normal o dap) utilizando una cinta diamétrica que mida directamente los diámetros y no la circunferencia.

El punto dap debe marcarse con pintura en cada árbol, o cuando la pintura no se mantenga permanentemente en la corteza, utilizando un clavo de acero galvanizado que sujete una marca con el número del árbol. Los árboles que tengan costillas o contrafuertes o estén ramificados en el punto dap, deben marcarse en un punto definido permanentemente y pintado, en el tronco y en los contrafuertes.

La medición de los árboles de nueva incorporación y los árboles muertos se registra comparando los conteos de árboles entre mediciones repetidas sucesivas. Información detallada sobre número y especies de brinzales mayores y menores, se puede obtener mediante submuestreo de la PPM.

Intervalo entre mediciones sucesivas de las parcelas

El intervalo entre mediciones sucesivas de las PPMs depende de la tasa de crecimiento de los árboles. Una parcela nueva se debe volver a medir con un intervalo más corto que el normal a fin de tomar los datos de crecimientos que darán las mediciones. Cuanto más largo sea el intervalo entre mediciones, con mayor precisión se podrán determinar los incrementos de los árboles. Como orientación general, el intervalo entre dos mediciones sucesivas para muchos bosques tropicales es de 3 a 5 años, pero el intervalo para la nueva medición de las parcelas debe determinarse para un bosque específico, respecto a las condiciones locales existentes.

Proceso de datos y manejo de la base de datos

El proceso de datos y el manejo de los datos del inventario son temas especializados que no se explican en estas *Directrices*. Se remite a los lectores a las publicaciones enumeradas al final de este capítulo para mayores detalles sobre estos temas. Los Estudios FAO Montes No. 22/1 & 22/2, *Estimación del Volumen Forestal y Predicción de la Producción; Vol. 1 – Estimación del Volumen; Vol. 2 – Predicción de la Producción* (1980) y la publicación del Instituto Forestal de Oxford, Tropical Forestry Paper No. 30, *Growth Modelling for Mixed Tropical Forests* (1995), son de especial interés.

Los sistemas informáticos que emplean programas de bases de datos disponibles comercialmente son fundamentales para el proceso y almacenamiento de datos. Para la modelización del crecimiento y la predicción de la producción deben utilizarse programas informáticos de estadística y hojas de cálculo.

Administración del inventario y la base de datos

Debe organizarse, tan cuidadosamente como otros aspectos de la ordenación forestal, el apoyo de una oficina administrativa para los inventarios forestales y el manejo de las bases de datos. La planificación y ejecución práctica de los inventarios y el proceso de los datos de inventariación es una operación forestal comparable a la protección, el aprovechamiento, la selvicultura y otras operaciones forestales.

Las medidas prácticas necesarias para la administración del inventario y de la base de datos son:

- Nombramiento de un forestal superior responsable del inventario, del manejo de la base de datos y de las actividades de modelización de la producción.
- Financiación adecuada a largo plazo para salarios, apoyo logístico,
formación de personal, equipos y otras medidas que permitan desarrollar con eficiencia un programa de inventariación.
- Planificación bien meditada de todos los aspectos del inventario y del manejo de la base de datos, incluyendo los objetivos, el diseño técnico, dotación de personal, medidas logísticas y programas de tiempos.
- Formación adecuada en la empresa o en el exterior de todo el personal que participe en el inventario y en el manejo de la base de datos.

Formación de personal para el inventario forestal continuo

Es fundamental que tanto el personal de planificación como el personal de campo que participe en los inventarios estén técnicamente bien calificados respecto a la responsabilidad exacta que tengan en el establecimiento de las PPMs, recolección de datos y medición repetida de las parcelas. Es esencial una calificación básica y experiencia práctica en dasometría, lectura de mapas e identificación de árboles. Igualmente importante es la necesidad de formación periódica y actualización del personal en el uso de técnicas

nuevas y de las ya existentes para conseguir mantener un alto nivel en los sistemas de medición de árboles y parcelas.

Estudio de Caso 4: Estudios de Crecimientos del Bosque Nacional de Tapajos, Brasil

Se han estudiado inventarios sucesivos de un experimento selvícola en el bosque pluvial dentro del Bosque Nacional de Tapajos, en Brasil, para poder dar algunas directrices referentes a las operaciones de ordenación forestal sostenible. El lugar del estudio estuvo sujeto a explotación maderera en 1979 utilizando motosierras y con la pretensión de aplicar el apeo direccional. Se extrajeron como promedio 75 m^3/año procedentes de 16 árboles/ha., todo por encima del límite mínimo de corta de 45 cm. dap. No se hizo ningún tratamiento selvícola adicional pero la zona fue protegida contra nuevos aprovechamientos de madera y usurpaciones ("explotar y dejar"). Treinta y seis PPMs establecidas en 1981 fueron medidas de nuevo en 1987 y 1992. La explotación había cambiado la estructura de la cubierta de copas y alterado la composición de la masa, reduciendo el número de especies tolerantes a la sombra y estimulando a las especies exigentes de luz.

Se produjo en los 11 años de observación un incremento neto del número de troncos y del área basimétrica, tendencia que se mantiene también para la mayoría de las distintas especies. El área basimétrica de la masa, 13 años después del aprovechamiento, era aproximadamente el 75% de la correspondiente a un bosque análogo sin explotar. La explotación estimuló el crecimiento pero este efecto fue de corta duración, sólo de unos 3 años y las tasas de crecimiento corriente son similares a las del bosque sin explotar. Entre la primera y segunda mediciones, el incremento medio del diámetro disminuyó de 0,4 a 0,2 cm/año, la mortalidad permaneció relativamente constante en el 2,5% anual, mientras que las nuevas incorporaciones (con 5 cm. dap) disminuyeron del 5 al 2%. La producción total en volumen disminuyó aproximadamente de 6 a 4 m^3/ha/año, mientras que la producción comercial permaneció próxima a los 0,8 m^3/ha/año. Las nuevas especies comerciales incrementaron el volumen comercial en 1992 de 18 a 54 m^3/ha, con un incremento de 1,8 m^3/ha/año.

Los resultados de este experimento ofrecen la primera información cuantitativa para planificar la ordenación del bosque de Tapajos, y puede servir de orientación para elegir el ciclo de corta y la posibilidad o corta anual admisible. El tratamiento selvícola, para estimular las tasas de crecimiento de las áreas forestales zonificadas para la producción de madera, debe considerarse como una opción viable de ordenación. La extrapolación de estos resultados para un ciclo de corta previsto de 30 a 35 años debe interpretarse con precaución. Es necesario seguir realizando nuevas mediciones y análisis de éstas y otras parcelas durante los próximos 30 años para conseguir una base más sólida a utilizar en la planificación de la ordenación.

1.5 Muestreo de diagnóstico

1.5.1 Finalidad del muestreo de diagnóstico

El **muestreo de diagnóstico** proporciona información sobre las condiciones del bosque. Esta información se puede utilizar por tanto para determinar las intervenciones que requiere la ordenación de un bosque antes o después de su explotación maderera o después de realizados los tratamientos selvícolas. Es un método práctico de muestreo de campo para la recogida de información sobre la composición del bosque, su estructura y productividad potencial antes o después del aprovechamiento selectivo, información que puede emplearse para adoptar decisiones realistas y ecológicamente correctas sobre los tratamientos selvícolas.

El muestreo de diagnóstico pretende mirar hacia el futuro e imaginar y proyectar las posibilidades de desarrollo de futuras masas basadas en las especies, distribución espacial y dimensión de los árboles ya existentes. No es un estudio detallado de regeneración, ni un estudio botánico o ecológico, ni un inventario de recursos maderables. Su finalidad es obtener una estimación cuantitativa de las condiciones selvícolas de un bosque.

1.5.2 Ventajas

El muestreo de diagnóstico tiene las siguientes ventajas:

- Se pueden establecer prioridades para comenzar los tratamientos selvícolas en los diferentes tipos de bosque donde se programa una ordenación sostenible.
- Permite contar con información para definir los tipos de bosque y la estructura de la masa y para determinar un orden inicial apropiado y el diseño de las operaciones selvícolas.
- Puede dar una estimación del ciclo aproximado de corta en relación con las clases diamétricas de la nueva incorporación de árboles con aceptación comercial.
- Con experiencia, es un procedimiento sencillo y rápido de aplicar y los resultados no son difíciles de interpretar.

1.5.3 Metodología del muestreo de diagnóstico

Selección de un "Árbol Menor Destacado"

La principal característica del muestreo de diagnóstico es el reconocimiento y selección de un **Árbol menor destacado** (MD), dentro de una pequeña área de muestreo, normalmente una parcela de 10 x 10 m. o sea 0,01 ha. El "ejemplar destacado" es el "mejor" árbol o brinzal existente. Es el más alto y de mayor dap de una especie deseable existente en la parcela de muestreo, en cuanto a su valor potencial como árbol a aprovechar en el futuro. Además, el "árbol menor destacado" debe tener: (a) dap no inferior a 5 cm. ni superior al "*diámetro mínimo de corta*" determinado previamente; (b) tronco recto de 4 m de longitud o más, sin defectos, malformaciones, pudriciones ni grandes nudos y (c) copa vigorosa y bien formada. Al estar orientado hacia futuros aprovechamientos, el muestreo de diagnóstico debe incluir "árboles menores destacados" *sólo hasta el diámetro mínimo de corta.* Éste puede variar, dependiendo del tipo de bosque y de la especie. En muchos bosques se adopta un diámetro mínimo de corta entre 50 y 60 cm. aunque es conveniente determinarlo por especies o grupos de especies similares.

Aplicación práctica

El muestreo de diagnóstico se puede aplicar en un bosque sin explotar, en uno ya explotado o en un bosque secundario. Puede aplicarse antes o inmediatamente después de la explotación maderera o con intervalos después de terminada esta operación. El muestreo debe basarse en el empleo de parcelas temporales situadas sistemáticamente en tramos o subtramos seleccionados. El procedimiento de campo es rápido y el trabajo dedicado a clasificar y evaluar el bosque de cada parcela temporal suele llevar unos pocos minutos. La unidad práctica de muestreo de 10 x 10 m. ó 0,01 ha., lleva a un número, generalmente utilizado, de 100 árboles potenciales de aprovechamiento final por hectárea, espaciados uniformemente. Es una norma conveniente con la que se pueden comparar las existencias reales. En muchos bosques, un aprovechamiento de trozas comercialmente factible y sostenible suele ser inferior a 100 pies por

hectárea y, consecuentemente, esta cifra deja un margen para la mortalidad natural. La superficie de la parcela de muestreo está en relación con las existencias óptimas previstas o esperadas.

Los pasos que incluye la realización de un muestreo de diagnóstico son los siguientes:

• *Definición de una lista de especies arbóreas comercialmente deseables*

Antes de cualquier trabajo de campo, los forestales de planificación y los especialistas en utilización y comercialización de la madera deben elaborar conjuntamente una lista de especies arbóreas comercialmente deseables. Las especies se deben clasificar por orden de prioridad, preferentemente por grupos de especies similares, antes del muestreo, y no deben cambiarse durante el muestreo de campo. La identificación de árboles durante el muestreo debe ser cuidadosa y la debe realizar un observador seguro.

• *Definición de los criterios para la selección de un "Árbol Menor Destacado"*

Los criterios para definir y seleccionar un Árbol Menor Destacado deben establecerse *antes de* comenzar el muestreo de campo, y deben hacerlo normalmente oficiales forestales del gobierno. La definición de los criterios para la selección de un Árbol Menor Destacado es especialmente importante cuando el bosque a evaluar incluye una gran variedad de especies que tienen tasas variadas de crecimiento y formas variadas de troncos y copas. Los criterios de selección de un Árbol Menor Destacado pueden adaptarse a las características de cada unidad específica de ordenación forestal. En la Figura 13 se da una lista resumida de los criterios para definir los Árboles Menores Destacados.

• *Diseño de la hoja o formulario de campo*

Las hojas de campo se deben diseñar en la oficina antes del muestreo y el diseño se debe mejorar con el tiempo aprovechando la experiencia. Se sugiere un método flexible de diseño,

dependiendo de las características del bosque que se muestrea, pero la hoja de campo debe contener espacios para hacer las siguientes anotaciones adicionales:

Figura 13: Criterios para definir los "Árboles Menores Destacados"

- *Definir una lista de especies comercialmente aceptables;*
- *Definir los tipos de árboles;*

ÁRBOLES	*BRINZALES MAYORES*	*BRINZALES MENORES*
10 - 19 cm dap.		
20 - 29 cm dap	*5 - 9 cm dap*	*menos de 4,9 cm dap*
30 - 39 cm dap		*y más de 30 cm de altura.*
40 - 49 cm dap		
50 - 59 cm dap		
Mas de 60 cm dap		

- *Definir la calidad del tronco de las especies comercialmente aceptables*
  - troza actual- troza futura, troncos deformados, desechados y podridos

· Nombre del bosque, tramo, subtramo y números de parcelas, fecha:

Especies comerciales
- calidad del tronco para una corta futura (10-39 cm, en la parte superior del tronco)
- troncos desechados (deformados, dañados, podridos)

Especies no comerciales
- calidad del tronco para una troza actual (40 cm +, en la parte baja del tronco)
- calidad del tronco para una troza futura (10-39 cm, en la parte superior)
- troncos desechados (deformados, dañados, podridos)

Dependiendo de las condiciones locales, el formulario de muestreo de campo puede dejar sitio para registrar la información sobre árboles que tienen potencial en cuanto a productos forestales no maderables. Esta información puede tener valor para la planificación relativa a los intereses de las comunidades locales. Podría incluir:

- Nombre de la especie, dap., clase de iluminación de la copa, estado del tronco (aceptable, deformado, dañado, podrido),
- Característica de interés, por ejemplo, fruto, follaje y resinas.

Un ejemplo de formulario de campo (con anotaciones en algunas casillas) se presenta en el Cuadro 7. El usuario lo puede adaptar a las condiciones específicas del sitio.

- *Definición de la superficie a muestrear*

  Si están disponibles, se deben elegir las fotografías aéreas que recubran el área a muestrear y utilizando un lápiz o tiza se marcan en las fotos los límites generales del área de interés. Se marcan los caminos existentes, divisorias, sendas u otras características que pueden utilizarse para conseguir el acceso y que permiten que un equipo de estudio reconozca su posición en el terreno. Se eligen mapas, preferentemente a escala 1:10.000, que cubran el área definida sobre las fotografías aéreas y se hacen copias para utilizarlas en el muestreo del bosque.

- *Situación y establecimiento de las parcelas del muestreo de diagnóstico*

  Se sugieren las directrices siguientes:

  - Las parcelas deben ser contiguas entre sí y situarse en fajas o en bloques. Las fajas o bloques pueden estar a una distancia de 100 a 200 m. entre sí dependiendo de las condiciones locales del bosque y se deben trazar atravesando la topografía del terreno. Una faja de muestreo puede tener 5 m. de anchura a cada lado de su línea central y 10 m. de longitud a lo largo de la faja.

- La experiencia indica que se debe establecer un mínimo de 100 parcelas pero es preferible un número mayor.
- Otra norma que se suele seguir es la de muestrear entre el 3 y el 5 por ciento de la superficie de bosque elegida para el estudio.

Selección y registro de información de un Árbol Destacado

Se define y registra la información referente a un árbol destacado si existe. El árbol debe tener un diámetro superior al diámetro mínimo de corta. Se anota si es especie comercial o no comercial y la calidad del tronco (bueno, deformado, dañado o podrido). Si hay más de un árbol con diámetro superior al mínimo, se selecciona y registra información del mejor, en cuanto a especie y calidad del tronco.

Selección de un Árbol Menor Destacado

Se examina la vegetación de cada parcela y se determina qué árbol cumple los criterios de selección como Árbol Menor Destacado. Puede ser un árbol, un brinzal mayor o brinzal menor. Las parcelas que no contienen un Árbol Menor Destacado se anotan sin existencias. El procedimiento se explica en la figura 14.

Datos a registrar de un Árbol Menor Destacado (AMD)

Se registran dos tipos de datos de la forma siguiente:

- Dap del AMD.
- *Clase de iluminación de la copa* del AMD utilizando las siguientes clases.
  - iluminación totalmente vertical y lateral (el extremo y los lados de la parte alta de la copa sobresalen y están totalmente expuestos)
  - iluminación ~~totalmente~~ vertical (el extremo de la copa está expuesto pero la copa no sobresale)
  - iluminación vertical parcial (pequeñas partes del extremo de la copa están expuestas y otras partes están a la sombra de otros árboles)
  - oblicua (pequeñas partes de los laterales más altos de la copa están expuestas)
  - indirecta (no hay ninguna exposición directa de la copa).

Cuadro 7: Ejemplo del formulario de una parcela de muestreo de diagnóstico

Nombre del bosque:				***T/L:***	***Fecha:***
Parcela No:	***Tramo/subtramo No:***				
ÁRBOLES DESTACADOS: **(de diámetro superior al diámetro mínimo de corta; UNO solamente)**					
Especie:				***Dap:*** (cm)	p.ej. 58,2
Calidad de la mejor troza potencial: (señalar una)					
Comercialmente aceptable			***Comercialmente inaceptable***		
Calidad del tronco:			***Calidad del tronco:***		
Troza actual. ✔			Troza actual.		
Troza futura. ✔			Troza futura.		
Troncos desechados:			***Troncos desechados:***		
Deformados.			Deformados.		
Dañados.			Dañados.		
Podridos.			Podridos.		
ÁRBOLES MENORES DESTACADOS: **(de diámetro inferior al diámetro mínimo de corta; UNO solamente)**					
Especie:					
Tipo:	***Árbol***	***Brinzal mayor***	***Brinzal menor***	***Árbol menor no destacado***	
Señalar uno -->	✔			Productivo	Improductivo
Dap: (cm)	p.ej. 32,3				
Clase de iluminación de la copa: (señalar uno)					
Totalmente vertical y lateral		***Totalmente vertical***	***Parcial-mente vertical***	***Oblicua***	***Indirecta***
		✔			
Notas:					

• *Resumen de los datos*

Los datos de campo se pueden resumir utilizando una calculadora o, preferiblemente, un ordenador personal utilizando programas de bases de datos u hojas de cálculo disponibles comercialmente. Aunque el resumen debe reflejar los datos específicos recogidos, los siguientes apartados son una orientación de cómo presentar la información:

- Árboles Destacados: - especie y porcentaje de árboles con diámetro superior al diámetro mínimo de corta,
  - número de árboles/ha.,
- Árboles Menores Destacados:
  - tanto por ciento y clases diamétricas de árboles y brinzales
  - especies y número de AMD/ha.,
  - tanto por ciento de brinzales
  - distribución de la iluminación de las copas, tipo de AMD y clases diamétricas.

Decisiones de carácter selvícola

Los resultados del muestreo de diagnóstico se deben emplear para adoptar decisiones sobre prioridades de tratamientos selvícolas en los distintos tipos de bosque, para determinar el orden inicial apropiado y el diseño de las operaciones selvícolas, incluyendo la intensidad de las cortas de aclareo y la necesidad de plantaciones de enriquecimiento, su extensión e intensidad. Se sugieren las siguientes directrices

- Los resultados del muestreo se deben representar sobre los mapas de los tramos y anotarlos en los registros de los mismos. Esto permite definir las áreas de bosque que tienen características y topografía similares y dónde pueden aplicarse tratamientos selvícolas similares.
- Por razones prácticas, las áreas definidas deben ser razonablemente extensas, por ejemplo de la dimensión aproximada de un subtramo.

En la figura 15 se indica la estructura de la toma de decisiones de carácter selvícola, basada en los resultados del muestreo de diagnóstico.

Figura 14: Ejemplo de los pasos que incluye la selección de un árbol menor destacado.

Primer paso: *la parcela contiene un ÁRBOL que cumple los siguientes criterios para seleccionarlo como Árbol Menor Destacado:*

- *es el mejor (y con frecuencia el más alto o el que tiene el mayor dap) entre los árboles comerciales existentes;*
- *tiene 10 cm dap, o más, pero inferior al diámetro mínimo de corta,*
- *tiene un solo tronco, bien formado, con una parte recta de 4 m. de longitud como mínimo, sin defectos, sin grandes nudos o deformaciones,*
- *tiene una copa bien formada y vigorosa.*

Segundo paso: *La parcela no contiene ningún árbol que cumpla los criterios para ser incluido como árbol menor destacado, en el Primer Paso, pero contiene un BRINZAL que cumple los siguientes criterios:*

- *es una especie comercial o aceptable comercialmente,*
- *tiene dap entre 5 cm y 9,9 cm,*
- *tiene un solo tronco de más de 30 cm de longitud, sin defectos, deformaciones o ramas gruesas,*
- *tiene una copa vigorosa y bien formada.*

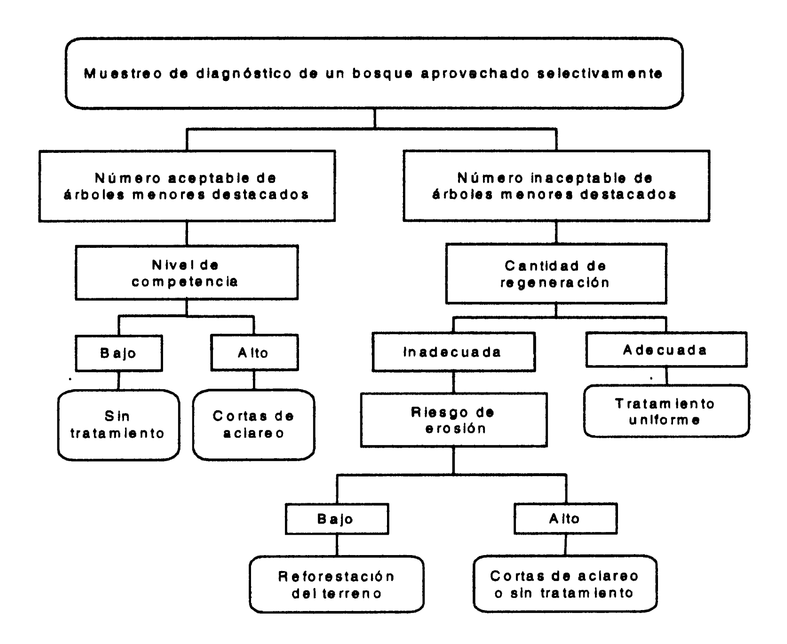
Tercer paso: *La parcela no contiene ningún brinzal que cumpla los criterios enumerados en el Segundo Paso pero contiene un brinzal menor que cumple los siguientes criterios:*

- *es una especie comercial o aceptable comercialmente,*
- *tiene una altura no superior a 30 cm,*
- *tiene un tronco no mayor de 4,9 cm dap,*
- *tiene un solo tronco recto y sin defectos,*
- *tiene una copa vigorosa.*

Cuarto paso: *La parcela no contiene ningún árbol, ni brinzal mayor o menor que cumpla los criterios de árbol menor destacado. Está técnicamente sin existencias.*

- *Si se evalúa la parcela como "potencialmente productiva" (suelos, proximidad a parcelas que tienen un árbol menor destacado, semejanzas de vegetación) debe registrarse.*
- *Si la parcela está situada en una estación evaluada como "permanentemente improductiva" (roca, agua permanente, pantanosa) y es poco probable que llegue nunca a mantener un bosque productivo, debe registrarse.*

Figura 15: Estructura de la toma de decisiones de carácter selvícola tras un muestreo de diagnóstico.



1.6 Documentación complementaria

Alder, D. 1992. *Simple Methods for Calculating Minimum Diameter and Sustainable Yield in Mixed Tropical Forest* in "Wise Management of Tropical Forests". Oxford Forestry Institute, University of Oxford.

Alder, D. 1995. *Growth Modelling for Mixed Tropical Forests.* Tropical Forestry Paper No. 30, Oxford Forestry Institute, University of Oxford.

Alder, D. and Synnott, T. J. 1992. *Permanent Sample Plot Techniques for Mixed Tropical Forest.* Tropical Forestry Paper No. 25. Oxford Forestry Institute, University of Oxford.

Brasnett, N. V. 1953. *Planned Management of Forests.* Allen & Unwin, London.

Catinot, René. 1997. *The Sustainable Management of Tropical Rainforests.* General Secretariat, Association technique internationale des bois tropicaux, ATIBT. Paris.

Cedergren, J. 1996. *A Silvicultural Evaluation of Stand Characteristics, Pre-felling Climber Cutting in a Primary Dipterocarp Forest in Sabah, Malaysia.* Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå.

Davis, K. P. 1966. *Forest Management.* Second Edition. McGraw-Hill Inc., USA.

Dawkins, H. C. 1958. *The Management of Natural Tropical High-Forest with Special Reference to Uganda.* Imperial Forestry Institute; University of London.

FAO. 1980. *Forest Volume Estimation and Yield Prediction; Vol. 1 - Volume Estimation; Vol. 2 - Yield Prediction.* Forestry Paper No. 22/1 & 22/2, Rome.

FAO. 1984. *Intensive Multiple-Use Forest Management in Kerala.* Forestry Paper No. 53, Rome.

FAO. 1985. *Guidelines for Sustained Yield Management of Mixed Dipterocarp Forests of South East Asia.* Field Document No. 8, Project GCP/RAS/106/JPN, Bangkok.

FAO. 1988. *Geographic Information Systems in FAO.* Rome.

FAO. 1989. *Management of Tropical Moist Forests in Africa.* Forestry Paper No. 88, Rome.

FAO. 1989. *Review of Forest Management Systems of Tropical Asia.* Forestry Paper No. 89, Rome.

FAO. 1992 (first printed 1981). *Manual of Forest Inventory with Special Reference to Mixed Tropical Forests.* Forestry Paper No. 27, Rome.

FAO. 1993. *Management and Conservation of Closed Forests in Tropical America.* Forestry Paper No. 101, Rome.

FAO. 1993. *Common Forest Resource Management - an annotated bibliography of Asia, Africa and Latin America.* Community Forestry Note No. 11, Rome.

FAO. 1994. *Mangrove Forest Management Guidelines.* Forestry Paper No. 117, Rome.

FAO. 1995. *Planning for Sustainable Use of Land Resources: towards a new approach.* Land and Water Bulletin No. 2, Rome.

Ford-Robertson, F. C. (Ed). 1971. *Terminology of Forest Science, Technology Practice and Products: Multilingual Forestry Terminology Series No. 1.* Society of American Foresters, Washington, D.C.

Freese, F. 1962. *Elementary Forest Sampling.* US Dept. Agriculture Handbook No. 232.

Howard, A. F. & Valerio, Juvenal. 1962. *A Diameter Class Growth Model for Assessing the Sustainability of Silvicultural Prescriptions in Natural Tropical Forests.* Commonwealth Forestry Review. Vol 71(3/4).

Husch, B. 1971. *Planning a Forest Inventory.* FAO Forestry Series No. 4. and FAO Forestry and Forest Products Studies No. 17. Rome.

Hutchinson, Ian D. 1991. *Diagnostic Sampling to Orient Silviculture and Management in Natural Tropical Forest.* Commonwealth Forestry Review, Vol. 70 (3), No. 223.

Hutchinson, Ian D. 1993. *Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo.* CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 204. Colección y Manejo de Bosques Naturales No. 7.

Johnston, D. R. Grayson, A.J. Bradley, R. T. 1965. *Forest Planning.* Faber & Faber, London.

Kleine, M. Heuveldop, J. 1993. *A Management Planning Concept for Sustained Yield of Tropical Forests in Sabah, Malaysia.* In "Forest Ecology and Management". Vol. 61, pp. 277-297. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Kofod, E. O. 1982. *Standtable Projections for the Mixed Dipterocarp Forest of Sarawak, Malaysia.* Field Document No. 9, FAO Project MAL/76/008, Forest Department, Kuching.

Leuschner, William A. 1984. *Introduction To Forest Resource Management.* Virginia Polytechnic Institute & State University. John Wiley & Sons.

Lugo, A. E. & Lowe, C. 1995. *Tropical Forests: Management and Ecology.* Ecological Studies 112, Springer, Berlin.

Mayers, J. Howard, C. *et al.* 1996. *Incentives for Sustainable Forest Management: A Case Study in Ghana.* IIED Forestry and Land Use Series No. 7, IIED, London.

Pancel, L. [Ed]. 1993. *Tropical Forestry Handbook.* Springer Verlag, Germany.

PCARRD. 1985. Technical Publication No. 58, *The Philippines Recommends For Dipterocarp Production*, Philippines Council For Agriculture and Resources Research and Development, Manila.

Schmidt, P. & Schotveld, A. [Eds] 1996. *Sustainable Management of the Guyana Rain Forests.* Proc. of a Seminar on Management Systems of Tropical Forests. Wageningen.

Snedecor, G. W. & Citron, W. G. 1967. *Statistical Methods.* Iowa State UP.

Spurr, Stephen H. 1952. *Forest Inventory.* The Ronald Press Company, New York.

Synnott, T.J. 1979. *A Manual of Permanent Sample Plot Procedures for Tropical Forests.* Tropical Forestry Paper No. 14. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford.

van Assen, B. W. 1996. *Community-based Sustainable Timber Production in the Tropics: a preliminary survey of experiences and issues.* National Reference Centre for Nature Management. Wageningen.

Vanclay, J. K. 1991. *Review: Data Requirements for Developing Growth Models for Moist Tropical Forests.* Commonwealth Forestry Review. Vol. 70 (4), No. 224.

Vanclay, J. K. 1994. *Modelling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests*. CAB International, Wallingford.

Vanclay, J. K. *et al* 1995. *Growth and Yield of A Tropical Rain Forest in the Brazilian Amazon 13 Years After Logging*. Forest Ecology and Management, Vol. 71 (3).

Vanclay, J. K. 1996. *Lessons from the Queensland Rainforests: Steps towards Sustainability.* Journal of Sustainable Forestry, Vol. 3 (2/3).

Wenger, K. F. [Ed] 1984. *Forestry Handbook.* Wiley & Sons, New York.

DIRECTRICES PARA LA DEFINICIÓN DE LA INFORMACIÓN FINANCIERA, ECONÓMICA, AMBIENTAL Y SOCIAL

Índice **Página**

2.1 Consideraciones financieras

2.1.1 Costes

Principios

Los costes son importantes en la ordenación del bosque tropical y se utilizan para:

- La toma de decisiones que incluye gastos en posibles líneas de acción alternativas,
- El seguimiento de los costes reales en comparación con los presupuestos,
- La evaluación de opciones económicas alternativas en la planificación de la ordenación,
- El cálculo de rendimientos financieros,
- La elaboración de presupuestos,
- La detección de fraudes.

Se deben registrar o calcular los costes de todas las operaciones forestales que forman parte del presupuesto forestal anual o cuando sea necesario para estudios económicos y financieros sobre aspectos específicos de la ordenación forestal. Suelen constar de varios componentes, incluida la mano de obra, la compra y funcionamiento de los equipos, materiales, supervisión y otros gastos generales:

Tipos de costes

Hay varias formas de clasificar los costes, como las siguientes:

• *Coste absoluto y de oportunidad:*

- *Coste absoluto:* Mide las pérdidas de valor del activo.
- *Coste de oportunidad:* Es el valor de la próxima alternativa mejor que se ha perdido por dedicar los recursos a una inversión determinada. Puede expresarse también como el valor de una oportunidad alternativa que se ha perdido a fin de lograr un objetivo o inversión determinados.

- Costes directos y gastos generales:
  - *Costes directos:* Sueldos y salarios directos, costes de materiales y gastos directos.
  - *Gastos generales:* Todos los costes que no son directos.
- *Costes fijos y costes variables*
  - *Costes fijos:* Los costes fijos aumentan con el paso del tiempo más que con el ritmo de trabajo. Se realizan una vez y deben distribuirse por el número de horas o días de trabajo a lo largo del año. Incluyen compras de capital, depreciación de equipos, intereses sobre los fondos tomados a préstamo, impuestos y seguros.
  - *Costes variables:* Los costes variables o de funcionamiento varían directamente con el ritmo de trabajo o de producción. Se incluyen como ejemplos el coste por m³ de explotación maderera, el coste por km. de construcción de caminos o el coste por hectárea de plantación de enriquecimiento o ejecución de claras.
- *Coste total y costes unitarios*

  Hay casi siempre más de una forma de realizar una operación forestal determinada y suele contener componentes de costes fijos y variables. Puede haber la posibilidad de cambiar la cuantía de los costes fijos o de las variables, o de ambos, y determinar un coste total mínimo. La relación entre producción y costes se expresa con las dos fórmulas siguientes:

$$CT = C_{fijo} + (C_v \, . \, P) \qquad \text{y} \qquad CU = (C_{fiijo} / P) + C_v$$

donde, CT = coste total
C_{fijo} = coste fijo
CU = coste unitario (de una unidad de producción)
C_v = coste variable
P = producción (o número de unidades de producción).

Determinación del coste total mínimo

La determinación del punto de coste total mínimo incluye costes fijos y variables para realizar una operación, con el fin de reducir al mínimo la suma

de ambos costes. Ayuda a minimizar el gasto de una operación forestal. La determinación del coste total mínimo incluye el cambio de los costes fijos y variables de una operación, y su suma para obtener el coste total, mostrando seguidamente los resultados en un cuadro. El coste total mínimo se determina examinando el cuadro. El Anexo 9 muestra la forma de calcular el coste total mínimo diario de una operación de plantación de enriquecimiento.

Análisis del punto de equilibrio de costes

El análisis del punto de equilibrio de costes determina el punto en que los costes de un posible método de realizar una operación forestal se igualan con los costes de otro método de realizar la misma tarea. La relación se expresa del modo siguiente:

$$CF1 + (CV1.P) = CF2 + (CV2.P)$$

La ecuación compara los costes fijos y variables de un método de trabajo (CF1 y CV1) con los de un segundo método (CF2 y CV2). La *P* (producción), se puede calcular de la forma siguiente:

$$P = (CF1 - CF2)/(CV2 - CV1)$$

Un ejemplo de cómo calcular el punto de equilibrio de costes de la explanación de un camino construido a "media ladera", usando métodos de trabajo manuales o mecánicos, se presenta en el Anexo 9.

Cálculo de costes unitarios

La utilización de métodos de cálculo de equilibrio de costes y de costes mínimos requiere la obtención de **costes unitarios**. Los costes unitarios deben dividirse en sub-unidades, cada una de las cuales mide partes específicas del coste total, debiendo elegirse cuidadosamente puesto que son fundamentales para realizar estudios correctos de costes. Los costes unitarios deben determinarse mediante registros diarios u horarios de los trabajos, obtenidos de las hojas de anotación de tiempos de mano de obra o equipos o a partir de estudios de tiempos de cada uno de los trabajos.

Ejemplos de costes unitarios son:

- Los costes por m³ de desmonte y terraplén en la explanación de un camino o del aprovechamiento selectivo de trozas.
- El coste por 1.000 árboles de la producción en vivero de transplantes.
- El coste por ha., o m³, del inventario previo al aprovechamiento.
- El coste por ha. de claras.

Se ha desarrollado un programa informático de uso fácil denominado *PACE* (Evaluación de producción y costes), para ayudar a calcular la capacidad de la maquinaria, los costes de construcción de caminos y de aprovechamiento de trozas. Se recomienda a los lectores consultar el Estudio FAO Montes Nº. 99 (1992), *Cost control in forest harvesting and road construction* (1992) para cuestiones de detalle sobre control de costes de la ordenación forestal y para el acceso y utilización del sistema PACE.

Costes diarios de las operaciones

El cálculo del **coste diario total** de las operaciones forestales es un aspecto importante de la ordenación empresarial de los bosques tropicales. En primer lugar, se identifican los distintos elementos que componen una operación, se calculan o estiman sus costes y se transforman en un total por día de trabajo. En la figura 16 se representa la estructura de costes de una operación de aprovechamiento.

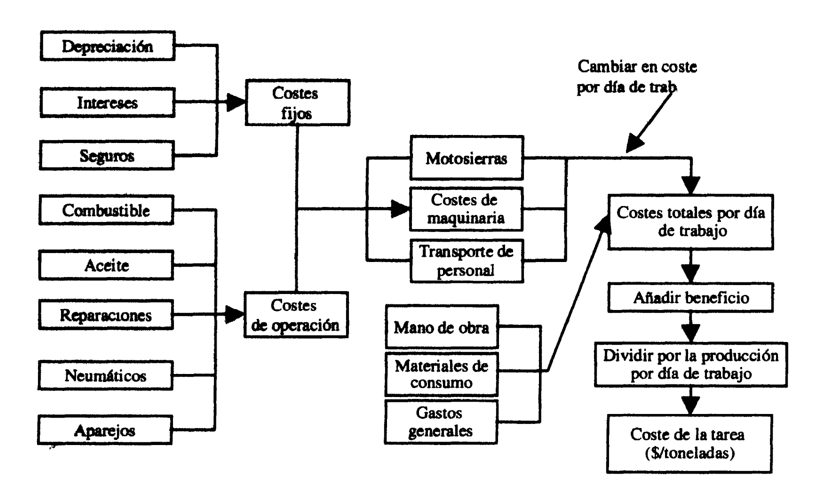
Los días de trabajo son aquellos días del año en que se realiza normalmente la operación; el cálculo del coste depende lógicamente del número utilizado. En una gran operación forestal en que los contratistas pueden trabajar durante todo el año, se trabaja entre 200 y 250 días. El número varía dependiendo de las condiciones meteorológicas, el acceso al bosque, los mercados y precios de las trozas y la frecuencia con que se trasladan las brigadas de un sitio de trabajo a otro. Los elementos que deben incluirse en el coste diario total son:

Máquinas: Para cada máquina empleada, por ejemplo tractores, se deduce el coste por hora y se multiplica por el número medio de horas diarias trabajadas. El coste debe incluir asignaciones por depreciación, interés del capital, costes de seguros, combustible,

aceite, reparaciones, neumáticos y aparejos, como cables de acero.

- Motosierras: Hay dos métodos. O se calculan los costes de la misma forma que con las máquinas o, si las motosierras son de los trabajadores, se añade a la asignación pagada por motosierra los costes de combustible y aceite suministrados por el contratista
- Costes de mano de obra: Se suman todos los costes de la mano de obra utilizada y se divide el total por el número de días de trabajo del año.
- Transporte: El coste de transporte de las brigadas de personal, si procede, debe calcularse por kilómetro y multiplicarlo por el número real (o estimado) de kilómetros recorridos por día de trabajo. Se deben tener en cuenta las mismas asignaciones que para las máquinas (como combustible y seguros) pero hay que incluir también la matriculación del vehículo y los impuestos de circulación por carretera (si procede).
- *Costes de operación y gastos generales:* Se calculan sobre una base anual. Se divide el total por el número de días de trabajo al año.
- *Beneficios:* Se suman los componentes de los costes diarios para deducir un coste diario total, al que se añade un porcentaje que se denomina beneficio. El porcentaje de beneficio puede variar dependiendo de los intereses comerciales de la compañía y del nivel de competencia que soporta. Como promedio puede variar entre el 5 y el 30 por ciento pero puede ser diferente.

aprove



2.1.2 Estudio del trabajo

Papel del estudio del trabajo en la ordenación sostenible de los bosques tropicales

Estudio del trabajo es un término genérico aplicado a aquellas técnicas, especialmente de estudio de métodos y de medición del trabajo, que se utilizan en el examen del trabajo humano en todos sus aspectos y que llevan sistemáticamente a la investigación de todos los factores que influyen en la eficacia y economía de la situación que se analiza, con el fin de introducir mejoras. La reducción de medidas ineficaces en la ordenación del bosque tropical se traduce directamente en la reducción de costes y en resultados más económicos.

En la Figura 17 se definen dos técnicas de estudio del trabajo. Este estudio incluye invariablemente la interacción entre dos grupos de personas, como la dirección y los trabajadores, o entre máquinas y personas. Una función importante del estudio del trabajo es ayudar a la población local empleada en la ordenación del bosque tropical, que se suele resistir a hacer cambios en los

hábitos de trabajo, a adoptar nuevos métodos que permiten un trabajo más fácil o más rápido y que son siempre menos costosos.

El principal tipo de estudio del trabajo en el campo forestal ha sido con frecuencia la medición del trabajo con el fin de establecer metas realistas para las operaciones de producción. En este proceso hay cinco pasos principales:

- Desarrollo de normas de trabajo para las operaciones forestales.
- Desarrollo de procedimientos para definir las principales variables forestales que pueden aplicarse a las normas de trabajo.
- Introducción de medidas de vigilancia, o control de calidad, que garanticen que el trabajo se realiza de acuerdo con las normas establecidas.
- Establecimiento de medidas prácticas para resolver los problemas que pueden presentarse durante una operación forestal.
- Introducción de sistemas de incentivos que representen una recompensa adecuada para los trabajadores o grupos de trabajadores, como las brigadas de explotación maderera, que sobrepasen las normas de trabajo con un nivel aceptable de calidad. Normalmente se aplican tres sistemas principales de incentivos:

    - *Trabajo por piezas:* se paga por cada pieza o artículo de trabajo que se produce, p.ej. pago por millar, en el caso de plantación de árboles.

    - *Pago por tarea:* se paga por la realización satisfactoria de una tarea completa, p.ej. la construcción de una longitud específica de camino y de cargaderos de madera.

    - *Pagos con primas:* se paga una prima, además de los salarios, por la terminación satisfactoria de un trabajo superior a una meta de producción acordada, p.ej. en desbroces o claras de liberación.

Figura 17: Técnicas de estudio del trabajo

Estudio de métodos: *El estudio de métodos es el registro sistemático y el análisis crítico de las formas existentes y propuestas de realizar el trabajo, como medio de desarrollar y aplicar métodos de trabajo más sencillos y eficaces y de reducir costes.*

Medición del trabajo: *La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para medir el tiempo dedicado por un trabajador cualificado en realizar una tarea específica con un nivel definido de rendimiento.*

Se recomienda a los lectores consultar las siguientes referencias en cuanto a detalles sobre la aplicación de procedimientos de estudio del trabajo.

- *Introducción al estudio del trabajo.* 1981. OIT, Ginebra.
- *Grundzuge forstlicher Zeitstudien und ihrer Auswertung (The Principles of Forestry Time Studies and Their Evaluation).* 1990. Haberle, S. Institut fur Waldarbeit, Universitat Gottingen, W-3400 Gottingen, Alemania.
- *Work Study,* Currie, R. M. 1980. Pitman for Brit. Inst. Management, Londres.
- *Work Study In Forestry.* 1973. Wittering, W. O. (Ed.) Forestry Commission Bulletin, No. 47. Londres.

Normas sobre tiempos

Las normas sobre tiempos se formulan y deducen a partir de estudios de medición del tiempo real de las operaciones en distintos tipos de bosques, en las diferentes direcciones de una compañía o empresa forestal en las que se aplican condiciones específicas. Hay dos métodos prácticos y fáciles de aplicar:

- El *método de medición contínua de los tiempos* de cada operación proporciona datos que pueden compararse con otras normas de base más amplia para condiciones similares en otros sitios.
- Los *sistemas de muestreo* son una variación del método de medición contínua de tiempos que permite a un observador del estudio del trabajo seguir a varios trabajadores o varias operaciones.

Las normas específicas sobre tiempos sólo se aplican a una operación determinada utilizando un método específico e instrumentos específicos. La divergencia de una norma sobre tiempos se traduce inevitablemente en metas poco realistas, lo que crea problemas innecesarios tanto para los trabajadores como para los directivos. Las normas sobre tiempos deben incluir los puntos siguientes:

- Los límites del alcance de las normas.
- Los equipos a que se aplican.
- El método de trabajo.
- Las normas para cada elemento de trabajo.
- Las hojas de procedimiento que describen los métodos de cálculo de objetivos.
- La hoja de evaluación de objetivos.

Ejemplos detallados sobre la determinación de normas de tiempos para el aprovechamiento de una plantación de bambú y de masas naturales de bambú en Filipinas se describen en el Estudio FAO Montes No. 87, *Rural Small Scale Harvesting Operations of Wood and Non-Wood Forest Products Involving Rural People (Operaciones de Aprovechamiento en Pequeña Escala de Madera y Productos Forestales no Maderables con la Participación de la Población)* (1988).

Control de calidad

La finalidad del control de calidad es conseguir que las operaciones forestales se realicen de acuerdo con las prescripciones y programas contratados. El control de calidad se determina haciendo mediciones de las variables correspondientes a una prescripción del plan de ordenación, utilizando parcelas de muestreo provisionales situadas al azar dentro de las áreas de bosque en que se ha aplicado un tratamiento. Los datos medidos en las parcelas de control de calidad indican los niveles de trabajo alcanzados y sirven como normas objetivas que no pueden determinarse mediante evaluación visual. Este método puede aplicarse a las operaciones selvícolas.

2.1.3 Ingresos forestales

Principios

Las políticas de determinación de precios del bosque tropical tienen una función importante en la ordenación y conservación de los bosques tropicales y también en la financiación a largo plazo de la ordenación forestal sostenible. Los ingresos pueden ser desembolsos o entradas, o dinero gastado o recibido por, materias primas u otros artículos destinados a la reventa con un beneficio empresarial. En la Figura 18 se indican los términos frecuentemente utilizados en cuanto a ingresos forestales.

Tasas forestales

Las tasas forestales son pagos que se establecen con niveles que reflejan el valor de un recurso forestal y que sirven como incentivos económicos para una mejor ordenación y una utilización más eficiente del bosque. Las tasas forestales pueden incluir:

- Los precios de la madera en pie de las trozas aprovechadas.
- Las tasas y gravámenes aplicados por los propietarios forestales sobre las concesiones forestales.
- Los impuestos de exportación y otras tasas que aplican los gobiernos a los productos forestales.

Unas tasas forestales elevadas que reflejen más plenamente el valor de la madera tropical pueden frenar una explotación excesiva. Unos niveles elevados de tasas pueden generar también ingresos que deben emplearse para financiar la ordenación forestal a largo plazo, permitiendo que la selvicultura tropical sea sostenible, tanto financieramente como económicamente. Unas tasas reducidas de concesión forestal indican más bien abundancia que escasez futura y hacen muy rentable la explotación comercial y la elaboración de la madera estimulando también la explotación excesiva y el agotamiento. Las tasas reducidas tienden a favorecer la expansión de las concesiones hacia áreas que, en otro caso, no se utilizarían económicamente para la producción de madera.

Resumen de los gravámenes sobre ingresos forestales

Los gravámenes sobre ingresos forestales varían dependiendo de la base y situación en que se aplican, cómo se determinan y la razón por la que se establecen. Se resumen los gravámenes forestales que tienen relación directa con la ordenación de una unidad de ordenación forestal para que sirvan como guía de trabajo en cuanto a la relación entre cada clase y tipo de gravamen.

Figura 18: Términos frecuentemente utilizados en relación con los ingresos forestales

Ad Valorem: *Pago realizado en proporción al valor. La cantidad a pagar en los gravámenes o impuestos ad valorem es proporcional al valor de las trozas, madera aserrada, ratán, bambú u otros productos forestales.*

Demanda: *Cantidad de un artículo que se comprará a un precio determinado y en un período de tiempo especificado.*

Derechos: *Pagos que se realizan al propietario de un bosque por el derecho o privilegio de cortarlo, basado generalmente en un precio por unidad de producto aprovechado, por ejemplo una cantidad por metro cúbico.*

Estimación del valor de la madera en pie: *Estimación del valor financiero, para el titular de una concesión o licencia, de la madera en pie a aprovechar y vender en forma de trozas o como productos forestales elaborados.*

Licitación de oferta abierta: *Una venta en la que los interesados ofertan públicamente para la compra de madera.*

Licitación de oferta cerrada: *Venta en la que los interesados presentan ofertas por escrito en un momento y lugar especificados.*

Ofertas con bonificación: *En una licitación, el precio que se oferta por encima de un precio de salida establecido por el vendedor.*

Precio de salida: *Precio de reserva o precio mínimo predeterminado, generalmente respecto a ventas de madera por licitación.*

Precio sombra: *Valor medido por los principios del coste de oportunidad en lugar de hacerlo por los precios de mercado, referente a los costes o valores de bienes y servicios que no suelen ser cuantificables mediante el cálculo de costes, o valoración, de acuerdo con las oportunidades perdidas.*

Rendimiento de transformación: *Precio de venta de las trozas o productos forestales elaborados, menos los costes de operación, incluida la depreciación.*

Renta económica: *Excedente de los pagos totales de un factor de producción, como la tierra, la mano de obra, el capital o las materias primas, sobre los ingresos necesarios para mantenerlo en su uso actual*

Valor de la madera en pie: *Valor de la madera sin cortar, expresado en una cantidad por metro cúbico.*

Valor y precio de la madera

Los conceptos de valor y precio son fundamentales para el establecimiento de un sistema de gravámenes sobre ingresos forestales y conciernen directamente a la ordenación forestal sostenible. La distinción entre valor y precio se olvida con frecuencia, por cuya razón se resumen aquí los conceptos básicos.

Los valores financieros y el precio son lo mismo sólo en ciertas situaciones como en mercados competitivos en que existen muchos compradores, vendedores y transacciones. En situaciones de menor competencia en que la madera se vende en trozas, aserrada o de otras formas, es muy posible que los valores financieros y los precios sean discrepantes.

Clases de gravámenes sobre ingresos forestales

- *Base de aplicación de los gravámenes:*
  - *La superficie forestal*
  - *El valor de las trozas*
  - *Los volúmenes de trozas*
  - *Los beneficios de una operación.*
- *Lugar en que se aplican los gravámenes*
  - *En el bosque (tocón)*
  - *A borde de carretera, en cargadero o ferrocarril*
  - *En la industria transformadora*
  - *En puerto*
- *Cómo se determinan los gravámenes*
  - *Por negociación*
  - *Por subasta competitiva o licitación*
  - *Por decisión administrativa.*
- *Distribución de los gravámenes en el tiempo*
  - *Gravamen inicial*
  - *Derecho anual*
  - *Gravamen progresivo, o cuando se corta la madera.*
- *Finalidad de los gravámenes forestales*
  - *Tasas sobre el valor de la madera en pie, para el gobierno*
  - *Pago de cánones al gobierno*
  - *Pagos a las comunidades locales*
  - *Tasas de reforestación*
  - *Tasas para selvicultura tras el aprovechamiento (tasas selvícolas)*
  - *Tasas para investigación forestal*
  - *Gravámenes de obras públicas.*

Tipos de gravámenes sobre ingresos forestales

- *Concesiones forestales*
  - *Tasas de licencia*
  - *Rentas anuales de la tierra*
  - *Tasas basadas en el valor de la madera en pie, o en los valores de la*

---

propiedad.

- *Gravámenes sobre la madera aprovechada*
  - *Gravamen por árbol*
  - *Gravámenes basados en el volumen*
  - *Gravámenes basados en la superficie aprovechada.*
- *Gravámenes sobre la producción de productos forestales*
  - *Sobre los productos forestales elaborados*
  - *Sobre los productos forestales no maderables*
- *Gravámenes por servicios*
  - *Tasas por los servicios proporcionados.*
- *Gravámenes sobre los factores de producción*
  - *Gravámenes sobre equipos y trabajadores.*
- *Gravámenes sobre empresas y cooperativas*
  - *Impuestos sobre empresas o sociedades*
  - *Impuesto sobre el valor añadido*
  - *Cánones basados en los beneficios.*

El valor financiero y el precio de la madera se resumen de la forma siguiente:

- *Valor financiero para el comprador:* Es el margen estimado de los precios potenciales que un comprador estaría dispuesto a pagar, basándose en los diversos usos a que se podría destinar la madera. Se basa en la voluntad de pagar de un comprador, los usos previstos de la madera y los ingresos y costes previstos que representa. El margen de los precios potenciales está limitado por el precio que un comprador estaría dispuesto a pagar por una cantidad dada de madera, basado en su mejor utilización.
- *Valor financiero para el vendedor:* Es el margen estimado de los precios potenciales que un vendedor estaría dispuesto a aceptar, limitado por un precio mínimo aceptable estimado. La voluntad en cuanto a los valores de venta depende del vendedor, de los usos alternativos previstos y de los ingresos y costes de estos usos alternativos.
- *Precio de mercado:* El precio de mercado es la cantidad realmente pagada por un comprador y aceptada por un vendedor por un artículo o servicio cuando se produce una transacción.

Existe un precio de mercado establecido para una transacción específica de compra y venta pero hay un margen de valores, basado en los valores para compradores y vendedores potenciales. El valor de un artículo o servicio depende también de los usos potenciales, de las circunstancias de los compradores potenciales y de los costes y limitaciones con que se encuentra un comprador y también de los supuestos y opiniones de un comprador. Por ejemplo, unas trozas de gran calidad de un bosque tropical tienen diferente valor como trozas para aserrar en el mercado local, como trozas de desenrollo para chapas o como trozas de exportación.

Información sobre los precios de la madera en mercados locales e internacionales

Una fuente de información segura y continuamente actualizada de información sobre los precios internacionales y nacionales de trozas, madera aserrada, madera terciada y chapas y productos con valor añadido, es el boletín *Tropical Timber Market Information (Información sobre los Mercados de Maderas Tropicales)* que publica dos veces al mes la OIMT y que constituye una valiosa contribución en favor de una mayor transparencia de los mercados de madera tropical. En todos los números se incluyen informes de productores y consumidores. La Información sobre los Mercados de Madera Tropical está disponible en la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), Pacífico-Yokohama 1-1-1, Minatomirai, Yokohama 220, Japón.

Modelo simple de intercambio

Un modelo simple de intercambio, representado en el Cuadro 8, ayuda a determinar los valores de la madera para compradores y vendedores y a distinguir los valores del precio. Este modelo de sistema de intercambio muestra las relaciones entre (a) un solo comprador y un solo vendedor y (b) varios compradores y un solo vendedor de madera. Un comprador y un vendedor pueden llegar a un acuerdo y establecer un precio, denominado *gravamen forestal* para la madera dentro de un margen de valores que se superponen. El precio se puede establecer por negociación, mediante licitación abierta o licitación de oferta cerrada o mediante precios aplicados

por el vendedor. Aunque una transacción comprador-vendedor incluye una gama de valores para compradores y vendedores, sólo se acuerda un precio.

Dos ejemplos demuestran cómo puede ayudar el modelo simple de intercambio para aclarar las relaciones valor-precio.

- Un *solo vendedor – un solo comprador:*

  El deseo de comprar de un comprador puede alcanzar hasta un valor de 120 $ por m³ mientras que el deseo de vender de un vendedor puede variar desde un valor de 100 $ por m³ en adelante. El margen de superposición de valores entre el máximo del comprador y el mínimo del vendedor es de 20 $. Es precisamente dentro de este margen donde se alcanzará un acuerdo sobre el precio.

- *Varios compradores – un solo vendedor:*

  Cuatro compradores tienen diferente deseo de comprar con valores, de 110 $, 120 $, 130 $ y 140 $ por m³, mientras que el deseo de un vendedor parte de un valor de 100 $ por m³ en adelante. Existen cuatro valores distintos que se superponen con la voluntad de venta del vendedor. Es precisamente dentro del margen del máximo comprador (140 $) y el próximo mejor comprador (130 $) donde se alcanzará el acuerdo en cuanto a precio.

Evaluación de la madera en pie: Obtención del valor de la madera en pie

El valor de la madera en pie para el titular de una concesión o una cooperativa, refleja la valoración de un comprador de madera en diferentes usos y también las propias circunstancias y costes del comprador. Para el titular de una concesión o cooperativa o para un comprador de madera a corto plazo que produce trozas, madera aserrada o madera terciada, los valores de la madera en pie se obtienen partiendo del precio de mercado de las trozas o de los productos elaborados.

Cuadro 8: Diagrama de un modelo simple de intercambio

A. Un solo comprador –un solo vendedor					
Margen de los valores a que el comprador está dispuesto a comprar	< == Máximo del comprador				
Mínimo del vendedor ==>	**Margen de los valores a que el vendedor está dispuesto a vender**				
	Valores máximos de cada comprador				
B. Varios compradores – un solo Vendedor					
Comprador A	***B***	***C***	***D***	<== Máximo	
< == Área de valores superpuestos = =>					
Mínimo del vendedor ==>	**Margen de los valores a que el vendedor está dispuesto a vender**				
$0	< == Valor de la madera comercial en pie en el bosque $(\$/m^3)$ == >				

Los valores de la madera en pie se pueden obtener mediante la *Evaluación de la Madera en Pie* que es la estimación del valor financiero, para el titular de una concesión o cooperativa, de la madera de los árboles en pie a aprovechar y a vender como trozas o productos maderables elaborados. La evaluación de la madera en pie puede servir de orientación para establecer los gravámenes forestales en situaciones en que:

- Existe competencia entre los compradores de madera de árboles en pie, como en licitaciones, de oferta abierta o de oferta cerrada.
- No hay competencia entre los usuarios de la madera.
- Existe la exigencia de establecer el nivel de un gravamen de tipo fijo establecido administrativamente, el nivel de precios *ad valorem*, o para orientar las negociaciones sobre gravámenes forestales.

Si se establecen unos gravámenes muy bajos, habrá pérdida de ingresos y una tendencia a cortar en exceso el bosque. Si se establecen unos gravámenes demasiado altos, puede haber una pérdida de ingresos por la tendencia a dejar trozas en el bosque.

Se sugieren las siguientes directrices generales para realizar una evaluación de madera en pie:

El punto de partida es el precio medio de exportación de trozas, o de otros productos forestales como madera terciada, de especies y calidades especificadas. Los precios utilizados deben reflejar precios medios, determinados en libre competencia, de las especies, clases y calidades de trozas que se están evaluando.

Se deducen los costes de manipulación en puerto y los costes de transporte de las trozas partiendo del precio de exportación, obteniendo así el valor de las trozas a borde de camino o en cargadero. Éste es el *rendimiento de transformación,* cantidad disponible para beneficios y gravamen sobre la madera en pie y es el precio máximo que el comprador estaría dispuesto a pagar por las trozas a borde de carretera. Los costes deben ser exactos, o los gravámenes deducidos sobre la madera en pie serán demasiado bajos o demasiado altos.

Se deducen los costes de producción de las trozas, obteniendo el valor deducido de la demanda de la madera en pie de un bosque. Es el precio máximo que un comprador estaría dispuesto a pagar por la madera para trozas de exportación.

Si un mercado de trozas no es competitivo, con precios de mercado bien definidos, o si los productos elaborados representan un uso alternativo de las trozas, o si las trozas se envían a una industria de transformación del titular de la concesión o licencia, en tales casos, el cálculo del valor de la madera en pie debe comenzar a partir de los precios de mercado de los productos elaborados.

Otro punto de partida para la evaluación de la madera en pie es el primer punto del canal de comercialización en que se puede determinar un precio competitivo definido. Este punto puede ser el de las trozas apiladas en un cargadero forestal, o en una balsa de trozas, o en un patio de aserradero o en un cargadero de ferrocarril. Cuanto más cerca del bosque pueda comenzar la evaluación de la madera en pie, menos serán los costes a determinar y más fácil el cálculo.

Para el diseño y realización de una evaluación de la madera en pie es conveniente contar con ayuda especializada.

Los costes implicados variarán dependiendo de los costes de manipulación en puerto, de la distancia de desembosque y de las condiciones de los caminos, topografía, clima, volúmenes de madera aprovechables por hectárea y costes de explotación. El valor resultante de la demanda de la madera en pie incorpora un beneficio basado en el capital activo, en las necesidades de capital circulante y otros gastos.

El margen de beneficio tiene un impacto directo sobre los valores estimados de la madera en pie. Si es demasiado generoso, los valores estimados serán muy bajos. Si el margen de beneficio es demasiado reducido, el valor estimado de la madera en pie puede ser superior al que está dispuesta a pagar la empresa por la madera. En forma de ecuación la relación es la siguiente:

$$PV = C + M + V$$

donde:
- *PV* = precio de venta (por m^3)
- *C* = coste de operación, incluyendo depreciación (por m^3)
- *M* = margen de beneficio (por m^3)
- *V* = valor de la madera en pie (por m^3)

Rendimiento de transformación = PV - C = M + V

Valor de la madera en pie = PV - C - M

En el Anexo 10 se exponen tres ejemplos de evaluación de madera en pie. Se recomienda a los lectores consultar el Estudio FAO Montes Nº 43 *Sistemas de Ingresos Fiscales procedentes de los Bosques en los Países en Desarrollo (Forest Revenue Systems in Developing Countries),* (1983), sobre detalles de los procedimientos de evaluación de la madera en pie, valor de las concesiones y derechos sobre la madera y criterios para la evaluación de gravámenes forestales y sistemas de ingresos fiscales.

2.2 Consideraciones económicas

2.2.1 Viabilidad económica de la ordenación forestal sostenible

Los siguientes temas económicos pueden influir en la ordenación sostenible de los bosques tropicales para la producción de madera:

- El bosque tropical tiende a sobrevivir y a ser ordenado como recurso natural permanente si el terreno en que vegeta es más valioso manteniendo la cubierta en lugar de desmontar el bosque y transformar el terreno para otro uso.

- La situación del bosque, la topografía, accesibilidad, tipos de suelo y de bosque, condiciones climáticas y meteorológicas y volúmenes aprovechables.

- Los valores de la madera en pie, precios de los productos elaborados de la madera, tasas de interés sobre los fondos tomados a préstamo, duración del ciclo de corta y reconocimiento y seguridad de los costes operativos.

- Los valores ambientales no comerciales de las cuencas hidrográficas, incluido el valor del agua que corre por los cursos fluviales, la importancia de la diversidad biológica, el paisaje y la recreación, la conservación de la fauna silvestre y el caudal genético.

- La dependencia tradicional de las comunidades y otros valores sociales de los bosques en cuanto a alimentos, plantas medicinales y otros productos.

- La ordenación de la regeneración natural ofrece unos ingresos anuales a partir del primer año para amortizar los costes. Por el contrario, los brinzales plantados representan un coste anual de intereses hasta su madurez. La ordenación del bosque natural es, comparativamente, más viable que el bosque de plantación.

2.2.2 *Capitalización y descuento de costes y beneficios*

Capitalización

La capitalización determina el valor futuro de un pago o valor actual, que se capitaliza anualmente durante un número especificado de años. El valor puede ser un coste o un ingreso. La fórmula básica de capitalización es:

$$Vf_n = VA\ (1 + i)^n$$

Donde:

VA	= *valor actual*
i	= *tasa de descuento*, p.ej. 6% esto es, 0,06
Vf_n	= *valor futuro*, en el año n
n	= número de años hasta llegar al valor futuro

Descuento

El **descuento** actualiza un valor futuro al momento actual. El valor "actualizado" es el valor actual y se puede calcular utilizando la fórmula siguiente:

$$VA = VF_n\left(\frac{1}{(1 + i)^n}\right)$$

La expresión, $1 / (1+i)^n$ es el factor de descuento. Un ejemplo práctico del descuento de un valor futuro para obtener el valor actual se presenta en el Anexo 10 A. Un cálculo determinado de descuento puede hacerse fácilmente

utilizando una calculadora científica que tenga una tecla y^x. También se puede calcular utilizando una calculadora sencilla junto con factores de descuento. En el Anexo 11 se muestra una tabla de factores de descuento.

2.2.3 El análisis del flujo de caja descontado (FCD) como ayuda de la ordenación forestal

Orientación general

La evaluación económica es importante cuando los planificadores y ordenadores forestales adoptan o recomiendan decisiones sobre distintas alternativas de ordenación. El método más aceptable para la evaluación de programas de ordenación forestal a largo plazo y operaciones específicas a corto plazo es el **análisis del flujo de caja descontado** que incluye el cálculo del **valor actual neto**. La característica fundamental que distingue el FCD de otros métodos es el reconocimiento de que el dinero tiene un valor tiempo. Ello supone que el dinero de hoy vale más que la misma cantidad en el futuro, debido a que el dinero puede invertirse hoy para que produzca una suma de ingresos en el futuro. El análisis del FCD está destinado a determinar el valor de una posible inversión, teniendo en cuenta el tiempo y la cuantía de los flujos de caja.

La utilidad principal del análisis del FCD para la ordenación del bosque tropical es que permite realizar comparaciones de diversas opciones en lugar de dar una medida absoluta de su valor. El análisis FCD puede utilizarse para evaluar las opciones de ordenación de un bosque completo o a nivel de tramo, o para evaluar distintas formas de realizar una operación específica. Un ejemplo de análisis a nivel de tramo es la evaluación de los beneficios y perjuicios de la distribución en el tiempo y frecuencia de los desbroces después de una corta de entresaca, una clara u otras operaciones selvícolas. Puede emplearse también para determinar y evaluar ingresos económicos comparativos resultantes del cambio de la duración del ciclo de corta.

La **evaluación comparativa** utiliza precios, costes y tasas de interés actuales para comparar distintas opciones de ordenación forestal. Parte de la base de

que puede conocerse la situación actual pero no la futura, por lo cual la evaluación comparativa puede justificarse con el uso de datos conocidos para comparar alternativas como más o menos atractivas y no para obtener su valor absoluto. La interpretación de los resultados debe ser prudente porque éstos pueden resultar distorsionados cuando se incluyen tasas elevadas de descuento y períodos de tiempo prolongados.

Se sugiere la siguiente orientación cuando se realiza un análisis FCD:

- *Tener cuidado en la formulación de una tabla de flujos de valores:* Una tabla de flujos de valores se debe elaborar cuidadosamente y debe dar una imagen real de beneficios y costes. El término "coste" se utiliza para indicar un gasto operativo real. Excluye específicamente los gastos que no son en efectivo, como la depreciación, que no debe incluirse. Los gastos generales administrativos son un coste "y se deben incluir".

- *Utilizar datos bien fundados:* Asegurarse de que los datos son de gran calidad; nunca deben emplearse datos de calidad cuestionable. La consecuencia probable de hacer un análisis utilizando datos poco fiables será llegar a una falsa sensación de confianza en una propuesta de ordenación que puede ser totalmente equivocada. Es fundamental una información segura y realista sobre producción, precios y costes.

- *Inflación:* Como es imposible predecir el efecto a largo plazo de la inflación sobre costes y precios del sector forestal, el sistema general es "congelar" los datos utilizados en un análisis FCD con los valores actuales. Este método supone que, a largo plazo, la inflación afectará del mismo modo a costes y precios y que unos y otros aumentarán al mismo ritmo.

Figura 19: Algunos términos utilizados corrientemente en la planificación de inversiones forestales

Análisis coste-beneficio (C/B): *Técnica para evaluar una inversión en cuanto a los costes y beneficios relacionados con ella, incluyendo los beneficios y costes sociales*

Análisis de sensibilidad: *Técnica para examinar la sensibilidad de los resultados de una inversión a los cambios de costes o ingresos o a las variables físicas.*

Capital: *Existencias de bienes o artículos que se utilizan para producir productos específicos y que, a su vez, han sido producidos. También significa existencias de dinero que son resultado de anteriores ahorros o préstamos.*

Coste de oportunidad: *Coste de bienes o servicios medido por la siguiente mejor alternativa de inversión que se ha perdido. Coste real de satisfacer un objetivo, expresado por el coste de sacrificar las actividades alternativas abandonadas.*

Coste marginal: *Coste adicional del incremento de producción en una pequeña cuantía, por ejemplo, una unidad de producción.*

Coste social: *Coste que no se expresa en forma contable pero que representa un coste real para la sociedad, por ejemplo, el coste de la contaminación del agua o de la erosión del suelo.*

Costes generales: *Costes que no son directamente atribuibles a unidades específicas de producción, principalmente costes fijos y costes corrientes.*

Errore. Il segnalibro non è definito. ***Flujo de caja:*** *Flujo de los pagos en efectivo a una organización o a cargo de ésta. Los costes se pueden considerar como flujos de caja negativos y los ingresos como flujos de caja positivos.*

Flujo de caja descontado: *Valor en efectivo definido como el valor actual teniendo en cuenta el factor tiempo.*

Incertidumbre: *Se refiere a acontecimientos cuya posible existencia puede reconocerse pero no puede medirse en términos de probabilidad.*

Precio o coste sombra: *Precio o coste estimado, resultante de la mejor información disponible, que se utiliza para sustituir un precio o coste de mercado.*

Tasa de descuento: *Tasa con que se reducen los costes e ingresos futuros pasándoles a su valor en el momento actual.*

Tasa interna de rentabilidad (TIR): *Tasa de descuento con la que se igualan los costes descontados y los ingresos descontados, o el valor actual del flujo de caja es cero.*

Valor actual: *Valor del flujo o flujos de caja descontados al momento actual con una tasa de descuento previamente determinada.*

Valor actual neto (VAN): *Suma algebraica del valor actual de una serie de distintos flujos de caja. El* ***valor de expectativa del terreno*** *es una variante del VAN utilizada en plantaciones forestales; se trata de un precio teórico que puede pagarse por el terreno, de tal modo, que un programa de inversión llegue al punto de equilibrio con una tasa determinada de descuento.*

No hay que confiar en que el análisis FCD proporcione toda la orientación necesaria para la toma de decisiones sobre ordenación. Sólo se trata de un eslabón en la corriente de información que se necesita. El método tiene limitaciones ocasionadas por las dificultades de proyectar los datos pero a pesar de este inconveniente se reconoce que es superior a otros métodos. Si se aplica adecuadamente, el análisis FCD puede ser una ayuda muy útil para la ordenación forestal pero si se aplica mal puede ocasionar la toma de decisiones injustificables y poco realistas.

Valor actual neto

El **valor actual neto (VAN)** se obtiene restando la suma del valor actual de un flujo de caja de costes de la suma del valor actual de un flujo de caja de beneficios. Se representa mediante la fórmula siguiente:

$$VAN = \sum \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

donde,

B_t = valor total de los beneficios en un período de años t
C_t = valor total de los costes en un período de años t
r = tasa de descuento.

Las medidas fundamentales a seguir para la obtención del VAN son las siguientes:

- Se construye un *cuadro de flujos de valores*. Este *cuadro* establece el valor de los beneficios y el valor de los costes para cada año del análisis. El valor de los beneficios se deduce determinando el volumen de un beneficio y multiplicándolo por su valor en el año en que se recibe. El valor de los costes se calcula de la misma forma, determinando los correspondientes factores de coste, como una operación forestal independiente y multiplicándolo por su coste en el año en que se produce. Un cuadro de flujo de valores es el análisis económico equivalente de un cuadro de flujos de caja financieros.
- Se elige una tasa de descuento apropiada. Hay dos métodos corrientes para determinar la tasa de descuento:

- *Coste de los préstamos:* Si el dinero se obtiene comercialmente a préstamo al x% anual, la tasa de descuento puede establecerse en el x%. Si el VAN al x% es mayor o igual a cero, se cubre el coste del préstamo y la inversión está en el punto de equilibrio o presenta un beneficio sobre el coste del préstamo.
- *Coste de oportunidad:* Si un inversor puede ganar un *y%* sobre una inversión A, los ingresos perdidos por invertir en una alternativa B son del *y%*. En este caso, el coste de oportunidad de B es el *y%* y la tasa apropiada de descuento es también el *y%*. Si el VAN es positivo al *y%,* la inversión B vale la pena.

· Un sistema práctico de realizar un análisis FCD es con un ordenador personal utilizando un programa comercial de hoja de cálculo. El cuadro de flujos de valor en una hoja de cálculo comprende:
- Filas, que son los valores de las distintas series de costes y las distintas series de beneficios,
- Columnas, que representan años.

· El VAN se obtiene aplicando la función @*VAN,* existente en la hoja de cálculo, a la suma de los valores netos (beneficios menos costes) en el cuadro de flujos de valores, para la serie de años a incluir en el análisis.

· En general, un VAN positivo puede interpretarse como una rentabilidad inmediata mientras que un VAN negativo indica una pérdida. La norma general es aceptar una inversión si el VAN es positivo con una tasa de descuento previamente determinada y desecharla si es negativo. Cuando se evalúan diversas alternativas, la mejor proposición será aquélla que dé el máximo VAN para una tasa de descuento determinada.

En el Cuadro 9 se presenta un ejemplo sencillo de un cuadro de flujos de valores. Este cuadro se puede modificar añadiendo columnas para ampliar el marco de tiempos, o añadiendo o suprimiendo filas para modificar la estructura del flujo de beneficios (ingresos) y costes del análisis. En este ejemplo, se presentan los beneficios y costes de la ordenación forestal en sus aspectos maderables y no maderables. En el Anexo 10 B se presenta un

ejemplo de un análisis FCD realizado mediante el uso de una hoja de cálculo en su ordenador personal.

Tasa interna de rentabilidad

La **tasa interna de rentabilidad (TIR)** es la tasa de descuento mediante la cual los costes descontados se igualan con los ingresos descontados, o la tasa con la que el VAN de un flujo de caja futuro proyectado es cero. Es precisamente la tasa de descuento con la que el valor actual de los beneficios se hace igual al valor actual de los costes. La curva de la TIR se presenta en la Figura 20 y se expresa con la siguiente fórmula:

$$\Sigma \frac{B_t - C_T}{(1+r)^t} = 0$$

Este método tiene la ventaja práctica para un ordenador o planificador forestal de no tener que seleccionar la tasa de descuento porque se determina mediante cálculo. En la figura 20 se representa la curva del VAN correspondiente a varias tasas de descuento, que corta al eje de las X o valor cero, con el 13 por ciento, lo que indica una TIR del 13 por ciento. En la práctica la TIR se puede calcular mediante análisis con hoja de cálculo del FCD en un ordenador personal empleando la función @*TIR*.

En general, se pueden aceptar opciones de ordenación que tengan una TIR superior a una tasa de descuento previamente determinada, el 13 por ciento en este ejemplo, rechazándose aquéllas que den una tasa inferior. Cuando se evalúan varias alternativas, la más interesante será la que tenga una TIR más elevada.

Análisis del coste de producción o punto de equilibrio del valor de la madera en pie

El análisis del **coste de producción**, o **punto de equilibrio del valor de la madera en pie**, es útil para deducir el coste de producción por metro cúbico

de madera con una tasa de descuento determinada. El precio de equilibrio de la madera en pie es el precio necesario para que una inversión en ordenación forestal alcance el "punto de equilibrio" para una tasa de descuento determinada. Puede calcularse utilizando una hoja de cálculo diseñada para el análisis del FCD.

El análisis del coste de producción tiene el importante valor práctico de proporcionar un punto normal de referencia para poder comparar con él el valor actual de la madera. Si el coste calculado de producción de la madera en un programa propuesto de ordenación forestal es inferior al precio actual de la madera en pie, probablemente vale la pena la inversión; pero si el coste calculado de producción es superior a los precios actuales de la madera en pie, la inversión probablemente no es económicamente interesante.

Relación beneficio-coste

La **relación beneficio-coste** (relación B/C) es el valor actual de los beneficios dividido por el valor actual de los costes. El análisis de la relación beneficio-coste es un método de evaluación de una inversión propuesta en lo referente a todos los costes forestales pertinentes y a los beneficios relativos a la misma, incluyendo los costes y beneficios sociales.

- Si B/C es mayor que 1, quiere decir que una inversión podría ser económicamente interesante pero si

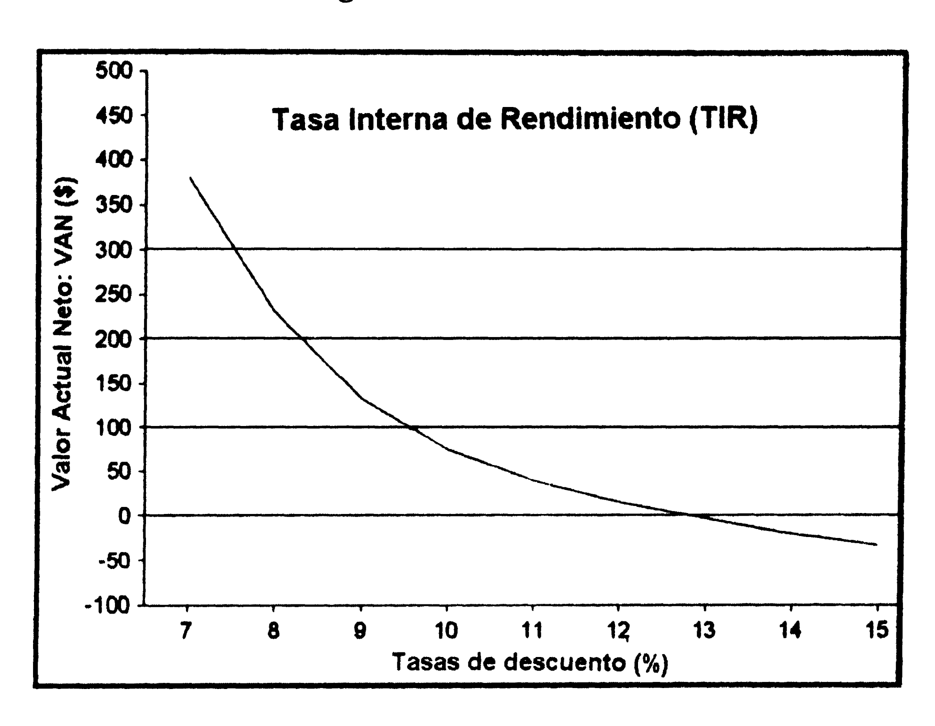
- B/C es menor que 1, la inversión debería diseñarse de nuevo o abandonarse.

Cuadro 9: Ejemplo de cuadro de flujos de valores para el análisis del FCD

[illegible]	Año 0	1	2	3	4 a 28	29	30
A. INGRESOS:							
CANTIDADES (madera - m³ / ha; productos no maderables - kg / ha)							
Productos no maderables, p.ej. ratán	10				.....		
Trozas para aserrar	15				......		15
Trozas para chapas	20				......		20
VALORES (madera - $/m³; productos no maderables – kg)							
Producto no maderable, p.ej. ratán	4$				......		
Trozas para aserrar	15$				......		15$
Trozas para chapas	35$				......		35$
INGRESOS ($ / hectárea)							
Producto no maderable, p.ej. ratán	40$	0$	0$	0$	......	0$	0$
Trozas para aserrar	225$	0$	0$	0$	......	0$	225$
Trozas para chapas	700$	0$	0$	0$	......	0$	700$
TOTAL INGRESOS / ha	*965$*	*0$*	*0$*	*0$*	......	*0$*	*925$*
B. *COSTES ($ / ha):*							
Plantación (inc. Producción de plantas)		80$			......		
Desbroce de liberación			60$		......		
Clara				20$	......		
IFC		5$			......		
Corta de trepadoras					......	10$	
Aprovechamiento de trozas	450$				......		450$
Aprovechamientos de ratán	4$				......		4$
Muestreo de diagnóstico			12$		......		
Ordenación de cuencas		5$		5$	......	5$	
Protección contra incendios	10,0$	0,5$	0,5$	0,5$	......	0,5$	0,5$
Gastos generales de Admin.	0,3$	0,3$	0,3$	0,3$	......	0,3$	0,3$
COSTES TOTALES / ha	*464$*	*91$*	*73$*	*26$*	......	*16$*	*455$*
FLUJO NETO DE CAJA / ha	*501$*	*(91$)*	*(73$)*	*(26$)*	......	*(16$)*	*470$*

Nota: El cuadro de flujos de valores se ha comprimido entre los años 4 y 28 a fin de poderlo imprimir en esta página. Los principios aplicados en su construcción son los mismos que para los años indicados. Los valores incluidos entre ( ) en la fila de *Flujo neto de caja* son valores negativos.

Figura 20: Relación TIR



La relación B/C se presenta en la fórmula que se acompaña. En la práctica, se calcula utilizando un programa de hoja de cálculo en un ordenador personal, descontando por separado el flujo total de beneficios y el flujo total de costes, y dividiendo a continuación la suma del flujo de beneficios por la suma de flujo de costes. La relación beneficio-coste se denomina a veces **Índice de Rentabilidad** de una inversión propuesta en ordenación forestal.

$$\text{Relación B/C} = \frac{\sum \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

¿Qué indicador económico debe emplearse?

El **valor neto total** es el objetivo económico de la ordenación de un bosque de producción y es el valor neto total el que debe llevarse al máximo cuando se adoptan las decisiones de

ordenación forestal. El VAN no debe ser el único indicador económico empleado pero se le debe asignar cierto peso porque es una herramienta que indica el valor neto cuando se evalúan opciones alternativas de ordenación forestal. Conviene seguir la siguiente orientación:

- Cuando una o más opciones propuestas de ordenación forestal no son mutuamente excluyentes y no hay restricciones de costes, se pueden elegir todas las opciones que den resultados positivos del VAN.
- Cuando no se pueden elegir todas las opciones propuestas de ordenación forestal debido a restricciones de costes, el propósito debe ser elegir aquéllas que producen el mayor VAN total.

Los indicadores TIR y relación B/C no indican la dimensión de los efectos netos. Una confianza excesiva ya sea en la TIR o en la relación B/C puede llevar con facilidad a un resultado en el que los efectos económicos totales de una inversión elegida sean inferiores a los que se habrían obtenido si se hubiera utilizado el indicador VAN.

2.2.4 La incertidumbre y el uso del análisis de sensibilidad

La naturaleza de largo plazo de la inversión en ordenación forestal representa un problema para la proyección de datos referentes a acontecimientos del futuro debido a la incertidumbre relativa a los datos utilizados en el análisis de las opciones y en los resultados finales. Un informe de resultados como estimaciones de valores individuales a partir de un solo análisis FCD no da indicación de los efectos de otros posibles resultados. Un ordenador forestal puede preguntarse "qué sucede si se cambia el valor de un coste o de un beneficio o si se cambia la tasa de descuento y, qué efecto tendrán estos cambios sobre el resultado" Por ejemplo, qué sucede al VAN si se aumentan los costes de selvicultura o si no se hace realidad el valor esperado de la madera en pie.

En muchos estudios, unos pequeños cambios en algunos datos pueden dar lugar a grandes variaciones en otros. Un **análisis de sensibilidad** determina los elementos físicos y financieros que tienen mayor efecto sobre los

resultados. El próximo paso es comprobar la sensibilidad de los resultados a los cambios en estos elementos fundamentales.

En el Cuadro 10 se presenta un ejemplo sobre el efecto de aumentar y disminuir todos los costes y todos los ingresos respectivamente en un VAN de 205 $. La tasa de descuento utilizada es constante, de un 10 por ciento.

Cuadro 10: Efecto sobre el VAN de aumentar o disminuir costes e ingresos en un 10%

VAN = 205 $		***Costes***		
		+10%	-10%	Sin cambio en los costes
Beneficios)	+10%	226$ (+10%)	378$ (+84%)	302$ (+47%)
(Ingresos)	-10%	33$ (-84%)	185$ (-10%)	109$ (-47%)

El análisis de sensibilidad se puede aplicar a costes o beneficios individuales. También se puede comprobar el efecto del cambio de la tasa de descuento.

2.2.5 Utilización del trabajo en equipo para el análisis de la inversión

El sistema de equipo es conveniente cuando se planifican y realizan análisis completos de inversión forestal. Los ordenadores o técnicos forestales que tienen conocimiento y experiencia directa de las condiciones operativas de carácter práctico, especialmente de los costes y valores de los beneficios, deben trabajar siempre con un economista forestal experimentado cuando se programan análisis de inversión importantes para una unidad de ordenación forestal.

Estas directrices sólo consideran el método más básico para el análisis de inversiones. Se recomienda a los lectores consultar la publicación *Análisis Económico de Proyectos Agrícolas* (1972) Gittinger, J. P. Y el Estudio FAO Montes No. 17, *Análisis Económico de Proyectos Forestales* (1979), para una orientación más detallada sobre el tema.

2.2.6 *Otros valores económicos de los bosques tropicales*

Productos forestales no maderables

En la ordenación sostenible del bosque tropical debe reconocerse claramente el papel de los **productos forestales no maderables** en términos sociales, económicos y ambientales. El acceso libre a los productos forestales no maderables es fundamental para millones de personas de las áreas rurales, especialmente las mujeres, que tienen relaciones estrechas y tradicionales con los bosques. Plantas alimenticias, miel, carne, medicinas, hongos, tintes, gomas, resinas, seda y materiales de construcción se encuentran entre los tipos de productos más importantes. El ratán y los postes de bambú son importantes productos forestales no maderables.

Al planificar y ejecutar programas de ordenación forestal sostenible hay que considerar los temas siguientes que incluyen PFNM:

- Fomentar la cooperación con comunidades rurales que tienen relaciones tradicionales con los bosques y reconocer y aceptar que su interés por una serie de productos forestales no maderables puede incrementar los ingresos forestales de las comunidades rurales.
- En la ordenación programada de los bosques tropicales de producción reconocer el valor positivo de los productos forestales no maderables, tanto los que son objeto de venta, como los que no lo son. Un ejemplo del valor del ratán se ha expuesto en el Anexo 11, análisis con hoja de cálculo del FCD. El ratán, el bambú, las lianas y otros productos no maderables que se venden son fuentes de ingresos intermedios entre los ciclos de corta de los árboles a aprovechar. Los ingresos procedentes del ecoturismo y la recreación pueden representar un ingreso intermedio.

Recursos de agua y suelos

La conservación eficaz del suelo y la regulación del caudal hídrico de arroyos y ríos es uno de los principales beneficios de las actividades de ordenación forestal realizadas competentemente. La planificación previsora y la ejecución cuidadosa de los programas de trabajo contribuirán a la

conservación eficaz de las cuencas hidrográficas. La provisión sostenible de agua procedente de cuencas estables es fundamental para la agricultura, para el uso doméstico y para la industria. La nutrición es una parte de la seguridad alimentaria y los bosques tropicales ordenados sosteniblemente proporcionan una extensa variedad de frutos y alimentos, plantas medicinales, hongos, miel, plantas aromáticas y fauna silvestre.

Los planificadores, ordenadores y economistas forestales deben considerar siempre las funciones positivas de la conservación del agua y el suelo en la ordenación del bosque tropical. Las medidas prácticas que deben adoptarse respecto a unidades específicas de ordenación forestal pueden incluir dentro de los planes de ordenación la incorporación de las opiniones de las autoridades agrícolas, de abastecimiento y conservación del agua.

El ecoturismo y la recreación
Las poblaciones urbanas y los visitantes extranjeros están mostrando un creciente interés por las oportunidades de ecoturismo y recreación que pueden lograrse a partir de las visitas a los bosques tropicales. Éstas incluyen los recorridos de aventuras, la contemplación de la fauna silvestre, los estudios de ecología forestal, fotografía, recorridos en balsas y canoas, visita a comunidades forestales tradicionales y enseñanza forestal. Cuando proceda, las oportunidades de ecoturismo y recreación deben tenerse en cuenta por tener un valor económico en el contexto de un programa planificado de ordenación forestal.

2.3 Consideraciones ambientales

2.3.1 Problemas ambientales

Conservación de cuencas hidrográficas
Los bosques tienen una función de importancia fundamental en las regiones tropicales arboladas, tanto física como socialmente, para la conservación de los recursos de agua y suelos mediante la protección de laderas de colinas y montañas contra la erosión ocasionada por las lluvias y la inundación de los ríos. La protección de terrenos inclinados y suelos es la función física y biológica más importante de los bosques. Además de los efectos locales de la

pérdida de suelo y de la productividad del terreno, puede haber graves repercusiones aguas abajo. El suelo erosionado acarreado por los cursos de agua se deposita en las partes de recorrido más lento de los ríos, en los embalses y en el mar. La capacidad y duración de las instalaciones y bienes dedicados al regadío y la energía eléctrica, se reducen y la calidad del agua y el caudal de los ríos se deterioran.

Las materias que deben tener en cuenta los planificadores y ordenadores forestales son:

- Topografía, clima - especialmente lluvias - y época de los aprovechamientos.

- Trazado de los caminos y pistas de arrastre, calidad de la construcción, drenaje y mantenimiento.

- Sistema de corta utilizado, número y volumen de árboles cortados por hectárea.

- Tipos de operaciones de desembosque y tipos y potencia de maquinaria utilizada,

- Carácter y extensión de los tratamientos selvícolas.

Para una orientación más detallada sobre la materia, se recomienda a los lectores acudir a los siguientes *Manuales de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas,* de la serie Guías de Conservación de la FAO:

- *Vegetative Measures and Agricultural Projects*, No. 13/1 (1985),
- *Corrección de torrentes*, No. 13/2 (1986),
- *Medidas y prácticas de tratamiento de laderas*, No. 13/3 (1988),
- *Medidas de prevención del deslizamiento de tierras,* No. 13/4 (1988),
- *Proyecto y construcción de caminos en cuencas sensibles*, No. 13/5 (1989),
- *Estudio y planificación de cuencas hidrográficas*, No. 13/6 (1990).

Estudio de Caso 5: Estudio Financiero de la Ordenación de Rendimiento Sostenido de la Reserva Forestal de Deramakot, Sabah, Malasia

El cambio a realizar desde unas cortas de gran intensidad a unos niveles sostenibles de aprovechamiento de trozas en los bosques secundarios, reducirá los ingresos y aumentará los costes de inversión y de operación. Una cuestión importante consiste en saber si la ordenación sostenible del bosque pluvial tropical cubrirá los costes operativos y dará una rentabilidad financiera aceptable al Departamento Forestal de Sabah y a las empresas del sector privado. Las características clave de la ordenación de la Reserva Forestal de Deramakot, que reconocen ésta y otras cuestiones, son las siguientes:

- *Está enfocada en cinco puntos fundamentales: suelo, agua, árboles, biodiversidad y necesidades de la comunidad.*
- *Aprovechamiento de rendimiento sostenido, aumento de las existencias madereras y regeneración del bosque.*
- *Inversión en rehabilitación, selvicultura y técnicas de aprovechamiento de impacto reducido.*
- *Distribución equitativa de beneficios entre el propietario del bosque y el adjudicatario.*

Un estudio financiero sobre la Reserva Forestal de Deramakot examina los valores de la madera en pie y los costes de suministro de recursos mediante extracción de trozas con tractor y con cable bajo la ordenación del Departamento Forestal y de la empresa concesionaria, respectivamente. Desde el punto de vista financiero es preferible el arrastre con tractor pero la extracción con cable aéreo ocasiona menos daños forestales. En terreno fácil, sin inconvenientes técnicos, los costes de arrastre con tractor son inferiores en 39 RM/m³ en comparación con la extracción por cable aéreo. En terreno difícil, es de esperar que disminuya la diferencia de costes, especialmente si se tienen en cuenta los costes de los daños ambientales. La extracción con tractor y con cable aéreo no se excluyen entre sí sino que son sistemas complementarios.

Elementos de precios y costes (valores en RM / m³)	***Ordenación a cargo Del DFS***		***Ordenación a cargo de la empresa concesionaria***	
	Cable aéreo	***Tractor***	***Cable aéreo***	***Tractor***
A.Ventas de madera aserrada exportada (0,5 m³ de madera aserrada = 1 m³ de trozas)	**500,0**	**500,0**	**500,0**	**500,0**
Costes de producción y gastos generales, beneficio y riesgo	**120,0**	**120,0**	**120,0**	**120,0**
B. Valor de las trozas, en aserradero	**380,0**	**380,0**	**380,0**	**380,0**
Costes de producción y gastos generales, beneficio y riesgo	**52,8**	**48,0**	**35,2**	**32,0**
C. Valor de las trozas en camino forestal	**327,2**	**332,0**	**344,8**	**348,0**
Construcción de caminos, mantenimiento y costes de aprovechamiento, beneficio y riesgo	**171,9**	**118,0**	**114,6**	**78,7**
Costes de ordenación de la concesión	**0**	**0**	**65,7**	**65,7**
Beneficio y riesgo (25 % de todos los costes, en aserradero)	**0**	**0**	**53,9**	**44,1**
D. Valor de la madera en pie	**155,3**	**214,0**	**110,6**	**159,5**

* RM = Ringgit malasio.
Fuente: Proyecto Malasio-Germano de Ordenación Forestal Sostenible.

Conservación de la diversidad biológica

La conservación de los recursos genéticos forestales y el mantenimiento de la diversidad biológica es fundamental para mantener los valores productivos y protectores de todos los terrenos forestales tropicales. La sostenibilidad a largo plazo de los ecosistemas del bosque tropical es una parte esencial de un programa equilibrado de ordenación forestal de producción y depende en gran parte de la **conservación eficaz de la diversidad biológica**.

Las medidas básicas que pueden adoptarse son las siguientes:

- Reconocer y definir las zonas donde se sabe o se piensa que existen especies localizadas o raras de plantas y animales.
- Cuando sea necesario, planificar y realizar estudios locales en consulta con ecologistas especializados, incluyendo especialistas de ONG, para definir mejor la extensión de zonas específicas y el estado de conservación de las plantas o animales que puedan existir.
- Cuando proceda, consultar con representantes de las comunidades locales para determinar la naturaleza de los intereses tradicionales que pueda haber en zonas que tengan plantas o animales amenazados o raros.
- Llegar a acuerdos, mediante consultas entre el propietario del bosque, los planificadores y ordenadores forestales, la población local que vive en el bosque o en su entorno, ecologistas y grupos interesados en la conservación, con el fin de identificar las zonas que se deben preservar de la producción maderera y proteger para conservar los valores de biodiversidad.
- Cuando sea técnicamente apropiado y posible hacerlo, combinar los terrenos forestales, que tengan valores de conservación de biodiversidad, cuencas, fauna silvestre y productos forestales maderables, incluyendo zonas protectoras de márgenes de los cursos de agua.
- Definir los límites de los terrenos forestales a reservar y proteger de la producción maderera mediante marcas y avisos.

Conservación de la fauna silvestre

Existe un interés creciente por la conservación de la fauna silvestre de los bosques tropicales mediante la creación de zonas reservadas en las que puedan protegerse hábitats y especies. Los planificadores y ordenadores forestales pueden contribuir en favor de una **eficaz conservación de la vida silvestre** fomentando acciones de carácter práctico de acuerdo con lo siguiente:

- En una unidad de ordenación forestal, deben protegerse reservas o refugios, que representen todos los tipos principales de bosque, sobre todo si cuentan con una gran diversidad de especies y endemismos. Hay que dar prioridad al bosque en que se conoce la existencia de especies amenazadas.

- Los corredores de conexión de refugios deben formar parte de una red de reservas. Estos corredores deben conectar físicamente dos o más reservas con la finalidad de servir de acceso a hábitats no perturbados y permitir la libre circulación de animales en cualquier dirección. En lo posible, deben mantenerse en un estado natural.

- Hay que proteger terrenos importantes para la alimentación animal que mantienen poblaciones específicas de fauna silvestre. Las especies arbóreas que constituyen una importante fuente de alimentación para los animales deben protegerse contra los daños o pérdidas producidos durante el aprovechamiento de la madera y las operaciones posteriores de tratamiento selvícola.

- No se debe permitir el ejercicio de la caza por los empleados de la empresa responsable de la concesión forestal, porque se puede ocasionar la pérdida de animales amenazados y debilitar la base del mantenimiento de ecosistemas forestales sostenibles.

- Las poblaciones de fauna silvestre deben vigilarse con regularidad de forma sistemática con el fin de detectar y responder a los cambios en las poblaciones y en la distribución de los animales.

Establecimiento de zonas de amortiguación

Una **zona de amortiguación** es un área periférica de una reserva ecológica (como un parque nacional o un bosque protegido) en la que se imponen restricciones en cuanto al uso y ordenación del bosque a fin de proteger o aumentar el valor de conservación de la reserva. Sirve a modo de gradiente entre un terreno totalmente protegido y otro terreno que puede estar ordenado para la producción de madera. En la figura 21 se presenta un diagrama de una zona de amortiguación que rodea a una reserva ecológica. Como medidas prácticas que pueden programarse para establecer zonas de protección, están las siguientes:

- En la medida de lo posible, se debe mantener la cubierta arbórea y los hábitats en su estado natural.

- La vegetación de la zona de amortiguación debe ser semejante a la de la zona protegida tanto en la composición de especies como en su estructura.

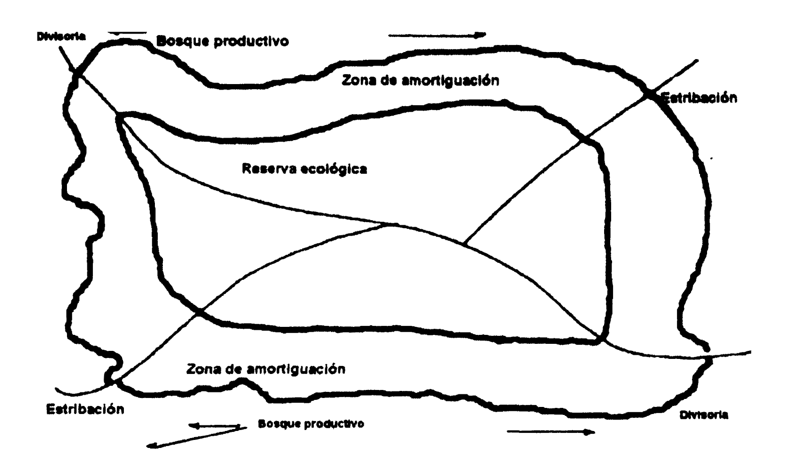
- Las zonas de amortiguación deben tener una diversidad biológica análoga a la del área protegida.

- Hay que mantener en lo posible la capacidad del ecosistema de la zona de amortiguación para retener y reciclar los nutrientes.

Los bosques y el clima mundial

El desmonte y la quema de bosques ha aumentado la cantidad de gases con efecto "invernadero" en la atmósfera, principalmente el dióxido de carbono. Al mismo tiempo, la pérdida de bosques a escala mundial ha reducido la capacidad global de absorción del dióxido de carbono atmosférico por los árboles vivos. Los programas de ordenación forestal equilibrados y sostenibles de los bosques tropicales, tanto para la producción de madera como para los objetivos de conservación ambiental, pueden contribuir a la captación del dióxido de carbono atmosférico.

Figura 21: Diagrama de una zona de amortiguación entre una reserva ecológica y un bosque productivo



2.3.2 *Impactos y beneficios ambientales*

Impactos ambientales de la ordenación del bosque de producción

Las relaciones entre la ecología y la economía son especialmente acusadas en la ordenación de los bosques tropicales para la producción de madera, debido sobre todo a los impactos físicos que pueden ocasionarse al ambiente forestal por la falta de cuidado en la construcción de caminos y en los aprovechamientos. Los **impactos ambientales** pueden ser de cuatro tipos:

- *Positivos:* Una planificación seria puede traducirse en impactos ambientales beneficiosos. Por ejemplo, el mantenimiento de la cubierta forestal puede ocasionar la mejora de la calidad del agua y la protección de los intereses de las comunidades que tienen una dependencia tradicional del bosque.
- *Negativos:* Un programa mal planificado y ejecutado de forma descuidada puede motivar el deterioro de ciertas cualidades ambientales deseables. La construcción de caminos y los aprovechamientos pueden ocasionar impactos negativos a la

estructura y composición de los bosques, a la estabilidad del suelo, a las relaciones entre la hidrología forestal y las cuencas hidrográficas y al trastorno de las relaciones tradicionales de la comunidad con los bosques

- *Directos:* Un programa de ordenación forestal puede tener efectos directos sobre un factor ambiental. Por ejemplo, la protección de un bosque en una cuenca hidrográfica tendrá un efecto directo sobre el mantenimiento de la diversidad biológica.
- *Indirectos:* Un programa puede ocasionar un impacto ambiental indirecto sobre los recursos forestales. Por ejemplo, cuando crece la población residente y a ello se suman unas oportunidades crecientes de empleo en la utilización del bosque, existe un mayor riesgo indirecto de incendio del bosque.

2.3.3 Aceptabilidad ambiental de las propuestas de ordenación forestal

Visión general del procedimiento de evaluación ambiental

La **evaluación ambiental** es un instrumento práctico para reducir al mínimo los impactos ambientales negativos que pueden producirse durante las operaciones en el bosque tropical. La **evaluación de impacto ambiental (EIA)** es una parte del procedimiento de evaluación ambiental que determina y evalúa la magnitud de los impactos, tanto positivos como negativos, de una propuesta de ordenación. Es un procedimiento sistemático que recoge información y evalúa el impacto probable de un cambio de circunstancias que será o podrá ser resultado de la ejecución de una propuesta. El EIA puede aplicarse como parte de un programa de formulación de un plan de ordenación.

El proceso pretende responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué cambios se producirán en el ambiente interior y próximo al bosque como resultado de la ejecución de un programa de ordenación forestal?
- ¿Cuál será la dimensión de tales cambios?
- ¿Preocupan los cambios y qué puede hacerse acerca de ellos?

- ¿Puede modificarse un programa propuesto de ordenación forestal y existen mejores alternativas que ocasionen un menor impacto ambiental?

Estas ***Directrices*** no entran en detalle sobre cómo planificar y realizar un EIA. Se trata de una tarea especializada que queda fuera del alcance de las mismas. Se recomienda a los lectores consultar las siguientes publicaciones para asesorarse sobre la realización de un EIA:

- *Environmental Impact Assesment.* 1995. Gilpin, A. Cambridge University Press.
- *Training Manual for Environmental Assesment in Forestry.* 1996. FAO Field Doc. 8/1996. Bangkok/DANCED, Dinamarca.

Procedimiento de evaluación ambiental

La evaluación ambiental incluye normalmente cuatro fases prácticas que pueden ser coordinadas y realizadas por el personal responsable de la ordenación de un bosque (Figura 22). Las cuatro fases para identificar, evaluar y reducir al mínimo los impactos ambientales negativos durante la formulación de un plan de ordenación forestal son las siguientes:

- Examen cuidadoso del programa de ordenación forestal propuesto,
- Evaluación preliminar del impacto ambiental,
- Revisión del programa de ordenación,
- Vigilancia ambiental.

• *Primera fase – Análisis inicial del programa:* El análisis determina los problemas ambientales importantes y elimina los insignificantes. Dicho análisis debe determinar y acudir al mayor número posible de partes afectadas como comunidades y grupos de conservación. En la práctica, el análisis incluye consultas de los planificadores y ordenadores forestales con representantes de las otras partes. El resultado del análisis será una opinión consensuada con una de las siguientes opciones:

- Hay aspectos ambientales específicos poco conocidos o desconocidos y es necesaria una evaluación preliminar.
- Se han determinado impactos que se pueden evitar o moderar mediante una

revisión de algunas propuestas de ordenación.

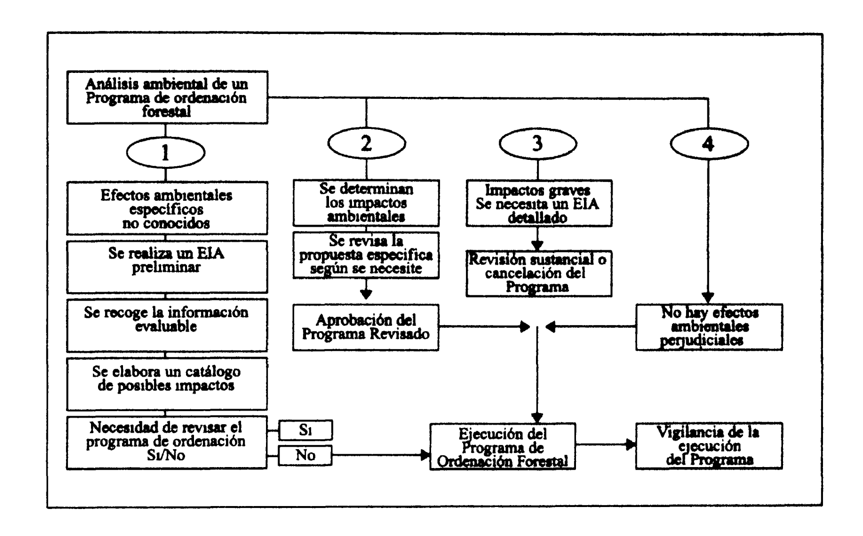
Una propuesta de ordenación está situada en un lugar ambientalmente sensible lo que se traducirá en fuertes impactos, siendo necesaria una evaluación ambiental detallada.

El programa no tiene efectos perjudiciales o tiene efectos ambientales positivos.

Segunda fase– Evaluación preliminar de impacto ambiental: Si el análisis inicial indica la necesidad de un EIA preliminar, la nueva planificación deberá tener en cuenta los resultados de esta evaluación. El EIA debe ser parte integral de la planificación de la ordenación forestal y no un proceso independiente que vaya paralelo a ella. Una vez adoptada una decisión durante la primera fase *-análisis inicial del programa-*, el procedimiento de planificación debe incluirla. Se deben seguir los siguientes pasos:

· *Se reúne toda la información disponible:* Es probable que gran parte de esta información se haya reunido en el curso normal de la planificación de la ordenación. Se necesita información específica sobre:
  - Clima, suelos, tipos de roca y vegetación, con una evaluación sobre la sensibilidad a la perturbación. Se determina la información básica sobre los valores de la biodiversidad que probablemente se van a ver afectados.
  - Se hace un breve análisis de las comunidades que probablemente se verán afectadas directa o indirectamente por el programa de ordenación propuesto.
  - Se determinan los usos directos o indirectos existentes dentro del área de ordenación forestal.
  - Se determina el contexto institucional en que va a funcionar el programa propuesto y las instituciones que se van a ver probablemente afectadas.
  - Se determinan las áreas de conservación programadas o potenciales, que van a ser probablemente afectadas por el programa de ordenación propuesto.

Figura 22: Fases que incluye el análisis y elaboración de una evaluación ambiental preliminar de un programa de ordenación forestal



- *Se elabora un catálogo de los impactos probables con una evaluación de la magnitud de los impactos:* La elaboración de este catálogo es una forma útil de comprobar que no se pasa nada por alto y debe ser específico para el programa de ordenación propuesto. Un ejemplo de catálogo de Impactos Ambientales para la ordenación de un bosque de producción se presenta en el Anexo 12. Cuando se evalúan los impactos deben tenerse en cuenta las siguientes directrices:
  - Considerar todos los aspectos de una operación y tener en cuenta los impactos positivos y los negativos.
  - Hacer evaluaciones en relación con los hechos que se han recogido para el lugar en cuestión. No hacer juicios que no puedan apoyarse en hechos.
  - Centrarse en los principales problemas. No tratar de abarcar demasiados temas con exceso de detalles.
  - Ser realista y utilizar el sentido común. Recordar que la parte más importante de una evaluación ambiental es prever los

posibles cambios que se ocasionarían por las diversas opciones de ordenación y, previstos los cambios, decidir hasta qué punto preocupan en realidad estos cambios.

- *Decidir si procede revisar un programa basándose en una evaluación de impacto:* La información recogida y presentada en forma de catálogo debe permitir adoptar una decisión, si es necesaria, sobre un nuevo diseño de partes del programa de ordenación propuesto, o llevar a cabo una evaluación ambiental detallada.

- *Tercera fase: Revisión del programa de ordenación propuesto:* El impacto ambiental preliminar del programa de ordenación propuesto puede motivar la decisión de revisar determinados aspectos del mismo. Hay que ser realista al considerar las distintas opciones de ordenación. La revisión puede requerir sólo simples modificaciones, como un nuevo trazado de los caminos o el cambio del período estacional de su construcción o de los aprovechamientos. Hay que evitar ideas preconcebidas y no hacer juicios prematuros sobre las acciones posibles.

- *Cuarta fase: Vigilancia ambiental:* La vigilancia ambiental es una ampliación del proceso de recogida de información y debe aplicarse a aquellos temas de un EIA de los que exista un conocimiento incompleto sobre los impactos de un programa de ordenación propuesto. Este programa debe ser suficientemente flexible para incorporar cualquier tipo de observaciones procedentes de la vigilancia que pueda ejercerse a medida que avanza el programa de ordenación.

Evaluación ambiental detallada

Si se considera que la ordenación forestal propuesta y el programa de utilización de madera producen impactos ambientales importantes, como puede suceder en un lugar ambiental o socialmente sensible, es probable que el análisis recomiende una evaluación ambiental detallada. Éste es un tema especializado que requerirá bastante información adicional y estudios. Queda fuera del alcance de estas *Directrices* y debe realizarse por personal técnicamente cualificado que tenga experiencia previa sobre cooperación ambiental.

2.4 Consideraciones sociales

2.4.1 Antecedentes

Gran número de personas que viven en los bosques o en sus proximidades y que son, al menos en parte, dependientes de los recursos forestales, viven en localidades forestales tropicales. Cada grupo étnico tiene su propio patrimonio cultural y sus propias relaciones sociales y económicas con los bosques que incluyen religión, actividades ceremoniales, arte, suministro de alimentos, medicinas y uso económico. En aquellos casos en que han evolucionado las relaciones comunidad-bosque, la organización social y la cultura de las distintas comunidades se han adaptado a las características de las plantas que componen los bosques y también a los suelos y climas locales.

La ordenación sostenible del bosque tropical se ocupa no sólo de la ordenación técnica sino también de la integración de la agricultura con el bosque para la producción de alimentos, la producción de madera para el uso de la comunidad y para el abastecimiento de productos forestales no maderables. Debe llevar al desarrollo económico y social de las comunidades locales, incluyendo la atención de necesidades básicas y la generación de ingresos y empleo. Un programa equilibrado de ordenación forestal puede contribuir a estos objetivos al ayudar a mantener las oportunidades de

Figura 23: Definición de actividades forestales comunitarias

Actividades forestales comunitarias: *"..control y ordenación de los recursos forestales por la población rural que los utiliza especialmente para fines domésticos y como parte integral de sus sistemas agrícolas".*

Fuente: Fisher, R.J. "Collaborative Management of Forests for Conservation and Development". UICN. 1995.

compartir información y experiencias, y las responsabilidades de la ordenación con las comunidades locales. En la Figura 23 se expone una definición de las actividades forestales comunitarias que reconoce un nivel de control y participación local de las comunidades rurales.

La sostenibilidad de la ordenación del bosque tropical depende de contar con

comunidades locales que trabajen junto con los organismos gubernamentales, titulares de concesiones, ONGs y otras instituciones interesadas en la ordenación forestal, en la evaluación, planificación y vigilancia de las operaciones de ordenación, de acuerdo con las preocupaciones, necesidades y metas definidas localmente. La finalidad es el trabajo conjunto de las comunidades rurales, los organismos gubernamentales y los ordenadores forestales

2.4.2. Participación de las comunidades locales

Principios y métodos

La participación de las comunidades locales en la ordenación sostenible del bosque tropical, puede conseguirse, dependiendo de las condiciones locales existentes, del modo siguiente:

- Adaptando los instrumentos técnicos convencionales y los métodos de planificación del uso del suelo, ordenación de cuencas, evaluación de mercados, agroselvicultura y ordenación para la producción de madera, a los métodos participativos de desarrollo rural, por ejemplo, la **Evaluación rural participativa**, el análisis de los sistemas agrícolas y la valoración y vigilancia participativas.
- Incorporando la nutrición, la población y el análisis por sexos en el desarrollo de programas de ordenación equilibrados.
- Utilizando instrumentos participativos adaptados a las condiciones locales, a través de las fases de análisis, diseño, ordenación y evaluación de los programas de desarrollo de las comunidades locales, para incrementar las oportunidades mutuas de aprendizaje para la población local y sus socios técnicos.
- Estimulando a las comunidades locales a participar en la comercialización de productos forestales. Un ejemplo es el desarrollo de sistemas de información sobre los mercados locales dirigidos sobre todo por las comunidades locales.

Los conflictos y su tratamiento

Los conflictos son una característica inevitable de todas las sociedades. Lo

que varía de una a otra cultura es su alcance y dimensión, el que se valoren o eviten y la forma de tratarlos o resolverlos. El **tratamiento de los conflictos** es un amplio campo de estudio y acción que trata de conseguir mejorar las decisiones de la gente mediante su cooperación conjunta. Trata de centrarse en las razones que motivan los conflictos, y se basa en los intereses compartidos y en la búsqueda de puntos de acuerdo que se ajusten a las respectivas necesidades de las diversas partes interesadas. Durante algunos procesos de tratamiento de conflictos puede haber cambios de entendimiento y de reconocimiento, las opiniones pueden cambiar, la gente aprende de sí misma y de los demás y pueden surgir nuevos conceptos sobre la trascendencia de los conflictos.

Las principales características del tratamiento de conflictos que tienen importancia práctica en la ordenación sostenible del bosque tropical son:

- *Confianza, comprensión y comunicación:* Las partes implicadas en la solución de un problema tienen que desarrollar la confianza y la comprensión, ejercitar unas buenas habilidades de comunicación y recoger datos fidedignos. Los responsables de la ordenación forestal deben fortalecer y fomentar una comunicación y colaboración productivas con las comunidades rurales, estudiando las causas esenciales de un conflicto antes de dar lugar a una seria confrontación. Los "instrumentos" que se pueden utilizar para la resolución de conflictos son la negociación, la mediación, la conciliación y la formación de un consenso.
- *Pertenencia:* El proceso de tratamiento de los conflictos debe estimular el sentido de pertenencia de la solución y del problema.
- *Sistemas que se apoyan en la sabiduría indígena:* Explorar las perspectivas y mecanismos locales para resolver las disputas, incluyendo la sabiduría local básica, los sistemas y métodos que se utilizan. Las cuestiones clave a tener en cuenta pueden incluir:
  - ¿Cómo se tratan los conflictos a nivel local?
  - ¿Qué métodos y mecanismos indígenas, formales e informales, existen para tratar los conflictos?

- ¿Cuál es su autoridad en el contexto de los cambios estructurales que han experimentado y continúan experimentando las costumbres?
- ¿Cómo se pueden intercambiar de modo eficaz entre las comunidades las técnicas de tratamiento de conflictos en materia forestal?

Promoción de un diálogo imparcial en condiciones desiguales: Con mucha frecuencia los grupos locales no están bien organizados o no son capaces de hacerse representar de forma adecuada. En estas condiciones, existe el riesgo de que la comunicación o diálogo sea desigual e incluso fuertemente parcial. Hay cuestiones clave que llevan a un diálogo más imparcial pudiendo incluir:

- ¿Cuál es la conexión entre las relaciones de poder y el tratamiento de los conflictos de la ordenación forestal?
- ¿Cómo influyen las diferencias de poder (económicas, sociales y políticas) en el tratamiento de los conflictos y en las estrategias de resolución de disputas?
- ¿Cómo se puede incorporar los grupos de poder al proceso de tratamiento de conflictos?
- ¿Qué mecanismos institucionales y de otro tipo son necesarios para fomentar un diálogo más imparcial?

Papel de las minorías étnicas y de las mujeres: En el centro del compromiso de las comunidades locales está la participación y promoción de las minorías étnicas y de las mujeres. Son cuestiones clave las siguientes:

- ¿Cuál es el papel, la perspectiva y los intereses de las minorías y de las mujeres en relación con los conflictos del sector forestal y del uso de las tierras?
- ¿Cómo se diferencian de los otros miembros de la comunidad?
- ¿Cómo se les puede integrar y tener en cuenta en mejores condiciones?
- ¿Cuál es la esencia de su participación y en qué medida quedan más marginados o más dotados de autoridad por el proceso de tratamiento de conflictos?
- ¿Cómo se pueden tratar los conflictos para tener en cuenta las

opiniones y necesidades de los grupos desfavorecidos?

- *Hay que ser prácticos:* Hay que tener cuidado para conseguir que las diversas soluciones y acuerdos logrados sean prácticos y realizables.

2.4.3 Estudios sociales con el uso de métodos de evaluación rural

Tipos de evaluación rápida

Los estudios sociales con el uso de métodos de evaluación rural pretenden adquirir rápidamente información práctica sobre temas de desarrollo de las comunidades locales. Dos razones corrientes para realizar evaluaciones rurales son:

- Que las aldeas puedan hacer planes para utilizar mejor los recursos forestales que tienen a su disposición.
- Informar e influir en la política y la legislación nacional sobre la ordenación de los recursos forestales.

Existen dos tipos principales de evaluación rápida, **la evaluación rural rápida** y la **evaluación rural participativa**, siendo la diferencia fundamental entre ambas quién realiza el estudio:

- *Evaluación rural rápida:* El proceso de estudio es dirigido en su mayor parte por extraños, que suelen incluir un equipo de especialistas que determinan los objetivos del estudio, realizan las encuestas de campo en una comunidad, se encargan del análisis y determinan qué sucede en cuanto a los resultados.
- *Evaluación rural participativa:* La comunidad maneja el proceso de estudio. La función exterior se limita, al menos inicialmente, a impartir formación sobre los métodos de estudio y después, sobre el uso de los resultados. Las comunidades locales determinan los objetivos del estudio, recogen y analizan la información y deciden cómo utilizar los resultados.

En la práctica, la situación no suele estar tan claramente definida ya que, de una u otra forma, puede haber una mezcla de los dos tipos generales. Es muy frecuente, que los especialistas externos inicien el proceso y pidan

seguidamente a la comunidad la selección de representantes que se unan al equipo como miembros activos. En su momento, una comunidad local que se llega a familiarizar con las técnicas puede tomar el control del proceso de evaluación.

La triangulación, como sistema de evitar la parcialidad de un estudio

Cuando se emprende cualquier estudio, un investigador de campo debe ser consciente de la **parcialidad**. Si un estudio es tendencioso, quiere decir que los resultados no reflejan la realidad de una situación o que ha existido una preferencia por una posición determinada.

La **triangulación** es una de las características de la evaluación rural que trata de conseguir que un estudio sea lo más objetivo e imparcial que se pueda y significa también contemplar el problema de varias formas, al menos de tres. Cuando se diseña y realiza un estudio hay que admitir las siguientes características:

- La triangulación de las perspectivas del equipo de estudio mediante la incorporación como mínimo de tres personas que tengan diferentes puntos de vista, por ejemplo, mujeres/hombres, científicos sociales/ordenadores forestales, personas locales/forasteros, jóvenes/personas mayores.
- La triangulación de las perspectivas de la gente que proporciona información, garantizando que se entrevista a una variedad de personas y que toda la información recogida se verifica mediante tres grupos diferentes como mínimo, tales como hombres/mujeres, diversos grupos étnicos y personas jóvenes y personas mayores.
- La triangulación de los métodos de recogida de información abordando el mismo problema utilizando por lo menos tres instrumentos diferentes, por ejemplo entrevistas históricas, mapas y calendarios estacionales.

Todos los métodos de evaluación rural utilizan una variedad de técnicas para recoger información en el campo en lugar de depender de cuestionarios que

han sido escritos de antemano en una oficina. Las técnicas incluyen ejercicios de elaboración de mapas, entrevistas, semiestructuradas con grupos de personas e individuos y actividades de clasificación.

2.4.4 Directrices para la planificación y realización de una evaluación rural

Una evaluación rural pueden dividirse en tres etapas:

- Preparación,
- Recogida de campo,
- Análisis y uso de la información.

Cuando se va a aplicar una evaluación rural completa en una situación forestal específica, el ordenador forestal debe conseguir la asistencia especializada de un sociólogo con experiencia rural que proporcione orientación detallada sobre el diseño y realización de la evaluación.

Preparación de una evaluación rural

- *Establecimiento de objetivos:* Los objetivos definen la finalidad del estudio y determinan exactamente qué va a suceder en el campo. Los objetivos deben ser claros, no demasiado amplios y deben estar relacionados con la obtención de información que resuelva problemas acuciantes de la comunidad y de la ordenación forestal, incluyendo los conflictos.
- *Elección de la zona de estudio:* La decisión sobre el número de zonas específicas o lugares que hay que estudiar dependerá de los objetivos del estudio, del tiempo disponible, de los costes y del tamaño, carácter y variabilidad del área en cuestión. El área elegida no debe ser tan extensa que resulte impracticable ni tan pequeña que sea poco probable la eficacia de la evaluación.
- *Selección del equipo de estudio:* Un equipo de estudio debe estar compuesto por tres a seis personas. Cuando los representantes del pueblo se unen a un equipo como miembros activos, puede ser necesario un equipo mayor pero nunca debe exceder de ocho personas, porque puede resultar inmanejable. Deben estar representados diversos intereses, experiencias y opiniones. Los miembros del equipo deben

tener personalidades compatibles de modo que puedan trabajar juntos eficazmente.

- *Análisis de la información disponible:* Se debe analizar la información existente sobre el lugar o zona de estudio. La información puede incluir mapas, datos sobre distribución y naturaleza de los tipos de bosque, localización de las aldeas, antecedentes de carácter étnico, poblaciones de las aldeas, estructura social, sistemas agrícolas y usos de plantas tradicionales. Un plan de ordenación forestal puede contener cierta información.
- *Adopción de medidas logísticas para el trabajo de campo:* Deben tomarse medidas para el transporte, alojamiento en las aldeas de los miembros del equipo, disposiciones para que las aldeas conozcan y reciban al equipo de estudio, manteniendo informadas a las autoridades locales sobre la finalidad y progreso de la evaluación.

Recogida de información

- *Recogida de información física sobre la zona de estudio:* Descripción del carácter físico de la zona de estudio desde el punto de vista de las relaciones entre la comunidad y el sector forestal. Entre las características que hay que anotar están: el "territorio" de las aldeas, cómo se reconocen los límites, qué parte del territorio es utilizada por todas las familias de la aldea (uso comunal) y qué partes corresponden a tierras de propiedad familiar. La información se puede registrar y presentar en mapas sencillos a base de croquis y como transectos que muestren la sección transversal del "territorio" de una aldea
- *Recogida de información sobre el uso de los recursos forestales:* Su finalidad es definir y recoger información que sea de interés directo para los objetivos de la evaluación. No se debe recoger información inútil pero hay que ser flexible al decidir qué información es importante. Cuando se recoge la información, lo que debe preocupar es qué clases de recursos se utilizan o no se utilizan, cómo y para qué fin se utilizan y cuáles son los usuarios. Esta información sirve de base para determinar dónde están los problemas en cuanto al uso de los distintos recursos forestales, quién tiene mayor acceso a estos recursos, quién los usa de forma limitada y quién carece de acceso alguno.

Aunque la información se puede reunir de diversas formas, dependiendo de los objetivos de la evaluación, existen cuatro apartados útiles para reunirla:

- *Estructura de las comunidades* y categoría relativa de sus miembros incluyendo hombres y mujeres.
- *Clasificación por nivel de riqueza* de los miembros de la comunidad, tanto hombres como mujeres.
- *Calendario* de la comunidad sobre cambios estacionales del trabajo, cambios estacionales del poder adquisitivo, cambios estacionales de las actividades agrícolas y otros cambios que pueden producirse durante el año.
- Se puede formar una *matriz de clasificación de dos dimensiones* para hacer comparaciones entre el uso de los recursos y la estructura de la comunidad. En el Cuadro 11 se presenta un ejemplo sencillo de matriz de clasificación. Este cuadro muestra la importancia relativa, o la frecuencia, con que tiene lugar el uso de recursos específicos para tres grupos de usuarios: hombres y mujeres, población más rica o más pobre y mayores, adultos y personas jóvenes.

• *Recogida de información sobre el manejo comunitario de los recursos forestales:*

La información que se debe recoger sobre el manejo comunitario de los recursos forestales incluye las normas locales que se aplican, los diferentes niveles de toma de decisiones y quién dispone la solución de las disputas que surgen inevitablemente con respecto al manejo de los diferentes recursos forestales.

Muchas decisiones concernientes a esta gestión comunitaria de los recursos forestales se adoptan informalmente de forma individual, otras veces entre familias, en tanto que otras, se adoptan por los comités de aldea o por individuos poderosos. El papel de las mujeres suele ser importante en la toma de decisiones.

Cuadro 11: Ejemplo de una matriz de clasificación de información

[illegible] / Tipos de productos ↓	Hombres	Mujeres	Ricos	Pobres	Mayores	Adultos	Jóvenes
Madera	10	4	5	10	4	10	5
[illegible]	10	5	5	10	3	11	6
[illegible]	7	4	5	10´	3	10	4
Frutas	10	7	3	10	4	10	5
Corteza	10	4	3	10	5	10	6
Hojas	4	8	10	5	4	10	4
Productos medicinales	10	5	4	10	10	6	5

- *Técnicas de recogida de información:*
    - *Entrevista parcialmente estructurada:* Se puede utilizar este tipo de entrevista en cualquier momento e incluye la realización de preguntas sobre temas de interés, empleando un catálogo de aquellos temas que desee examinar el entrevistador.
    - *Matriz de conflictos:* Una matriz bidimensional de conflictos enumera en uno de los ejes las partes que intervienen en los conflictos y en el otro eje, la naturaleza de los mismos. En el Cuadro 12 se muestra un ejemplo de este tipo de matriz. Se elabora haciendo preguntas específicas sobre los conflictos relacionados con el uso de los recursos forestales, entre personas o comunidades, expresando a continuación en forma de matriz la frecuencia relativa de los mismos.
- *Análisis de la información:* El análisis de la información es un proceso continuo que comienza durante la recogida de información; por ejemplo, la formación de una matriz de clasificación pueden emprenderla las aldeas, ayudándose de la experiencia básica obtenida por ellas mismas. Esto crea oportunidades de comunicación con las comunidades, para resumir ideas, definiendo tendencias, evaluar los resultados de un estudio y hacer propuestas para las aldeas locales interesadas

sobre un plan de ordenación forestal y el papel de la comunidad en el mismo. El método elegido dependerá del tipo de evaluación que se haga, del modo siguiente:

Cuadro 12: Ejemplo de una matriz de conflictos

Grupos en disputa ⇒ *Naturaleza del conflicto ⇓*	*Entre aldeas*	*Con aldeas vecinas*	*Con forasteros*	*Con el Estado*
Árboles	3	1	6	-
Tierras	7	3	4	2
Agua	-	-	-	-
Pastos	7	8	1	-
Animales	55	60	35	-

- En la *evaluación rural participativa* es probable que se traten conjuntamente las fases de planificación, información y análisis. El análisis y la discusión será un proceso al nivel de las comunidades que puede durar varios días después de recogida la información. Los miembros de las comunidades interesadas podrán participar en las discusiones.
- En la *evaluación rural rápida* el análisis de la información es probable que se complete al margen de las comunidades locales. Sin embargo, debe haber cierta participación de las comunidades con el fin de compartir los resultados preliminares y clarificar puntos dudosos.

Se recomienda a los lectores consultar las publicaciones siguientes: *Rapid and Participatory Rural Appraisal: Past, Present and Future* (1990) y *Rural Appraisal: Rapid, Relaxed and Participatory* (1992) ambas de R. Chambers, y también el Manual de Campo Nº 4 de FAO Actividades Forestales Comunitarias, *Tree and Land Tenure: Rapid Appraisal Tools* (1994), para mayores detalles sobre estos métodos.

2.4.5 *Directrices para la integración de la producción de madera con la de productos forestales no maderables*

Para lograr una integración eficaz de los temas relacionados con los productos forestales no maderables dentro de la ordenación del bosque tropical, deben tenerse en cuenta las siguientes directrices:

- La cooperación con las comunidades locales y las ONGs, llevará normalmente a obtener conocimientos importantes, desde el punto de vista de la ordenación, sobre los PFNMs. Hay que animar a las comunidades rurales para que se asocien activamente con la ordenación de los recursos forestales, incluyendo la programación de los aprovechamientos maderables.
- Los PFNMs deben considerarse de forma positiva y equilibrada en la planificación y ordenación operativa de los bosques tropicales, en relación con la producción de madera. No deben considerarse como un tema adicional que se introduce como una ocurrencia tardía en la planificación de la ordenación.
- Los PFNMs se deben definir en inventarios específicos con el fin de disponer de información exacta para la planificación a corto y largo plazo. Uno de los fines será facilitar un acceso permanente a los PFNMs por parte de las comunidades que tengan una dependencia tradicional de los mismos.
- Hay que consultar referencias etnobotánicas sobre la región en que se realiza o se programa el aprovechamiento de madera con el fin de suplementar la información sobre los usos tradicionales de las plantas que pueda haberse obtenido mediante consultas con las comunidades locales. El análisis de la bibliografía puede dar ideas sobre productos vegetales y también sobre los sistemas tradicionales de manejo de las plantas.
- Cuando proceda, la planificación de los aprovechamientos para la producción de madera debe dispersarse de tal modo que los tramos adyacentes o próximos se encuentren en diferentes etapas de recuperación tras los aprovechamientos y que los tramos ya

maduros y los próximos a madurar estén cercanos entre sí. Reduciendo al mínimo la fragmentación del bosque, hay más probabilidad de mantener una mayor diversidad de especies y de reducir al mínimo el riesgo de pérdidas de especies de PFNM. Se sugieren las siguientes directrices:

- El plan de ordenación debe pretender conservar las especies de PFNM cuando haya plantas importantes. Se pueden ofrecer incentivos y penalizaciones a las brigadas de aprovechamiento, con el fin de favorecer una respuesta positiva por su parte. La planificación de caminos y pistas de arrastre debe incluir dispositivos que no obstaculicen y quizás faciliten el aprovechamiento y transporte de los PFNMs.
- El método y la escala de los aprovechamientos maderables se deben acomodar a los modelos existentes de aprovechamiento y comercialización de los PFNMs por parte de las comunidades locales, si están bien desarrollados y, cuando los trastornos que pueda ocasionar la explotación maderera se puedan convertir en causa de conflictos.
- Cuando sea realista y practicable, habrá que extraer una diversidad de productos forestales no maderables. Este método puede conseguir aprovechamientos estacionalmente complementarios y una menor vulnerabilidad a las fluctuaciones de la demanda del mercado de un determinado PFNM.
- Los sistemas tradicionales de manejo y aprovechamiento de los PFNMs deben utilizarse o adaptarse a las necesidades de los programas de aprovechamiento de madera.
- Hay que invitar y estimular a las comunidades locales a trabajar con los ordenadores o gestores forestales en las evaluaciones previas y posteriores a los aprovechamientos, para conseguir que se tenga en cuenta debidamente los PFNMs.

La elección de un sistema selvícola debe considerar los efectos que puede ocasionar en la producción sostenible de PFNMs. Este

sistema no debe cambiar la estructura ecológica hasta el punto de que se pongan en peligro o se pierdan importantes especies de PFNM.

Hay que evaluar, en la medida de lo posible, la sostenibilidad ecológica de todos los PFNMs, basándose en aquellas partes de las plantas que tengan interés, en la composición del bosque, el tipo e intensidad de los aprovechamientos y las especies concretas o el tipo de PFNM que se estén aprovechando. Los cambios en el desarrollo de los PFNMs deberán vigilarse utilizando PPMs.

2.5 Documentación complementaria

Chambers, R. 1990. *Rapid and Participatory Rural Appraisal: Past, Present and Future.* Paper for a Seminar at University of Chiang Mai, Thailand.

Chambers, R. 1992. *Rural Appraisal: Rapid, Relaxed and Participatory.* Institute for Development Studies Discussion Paper No. 311, University of Sussex, Sussex.

Currie, R. M. 1980. *Work Study.* (4th Edition). Pitman for British Institute of Management, London.

FAO. 1979. *Economic Analysis of Forestry Projects.* Forestry Paper No.17, Rome.

FAO. 1982. *Environmental Impact of Forestry.* Conservation Guide No. 7, Rome.

FAO. 1983. *Forest Revenue Systems in Developing Countries.* Forestry Paper No. 43, Rome.

FAO. 1987. *Guidelines for Economic Appraisal of Watershed Management Projects.* Conservation Guide No. 16, Rome.

FAO. 1988. *Small Scale Harvesting Operations of Wood and Non-Wood Forest Products Involving Rural People.* Forestry Paper No. 87, Rome.

FAO. *Watershed Management Field Manuals.* Conservation Guides, Rome.

- *Vegetative Measures and Agricultural Projects*, No. 13/1 (1985),
- *Gully Control*, No. 13/2 (1986),
- *Slope Treatment Measures and Practices*, No. 13/3 (1988),
- *Landslide Prevention Measures,* No. 13/4 (1988),
- *Road Design and Construction in Sensitive Watersheds*, No. 13/5 (1989),
- *Watershed Survey and Planning*, No. 13/6 (1990).

FAO. 1992. *Cost Control in Forest Harvesting and Road Construction.* Forestry Paper No. 99, Rome.

FAO. 1994. *Tree and Land Tenure: Rapid Appraisal Tools.* Community Forestry Field Manual No. 4, Rome.

FAO/DANCED. 1996. *Training Manual for Environmental Assessment in Forestry.* Field Doc. 8/1996. Bangkok.

FAO. 1997. *Aménagement des Forêts Naturelles des Zones Tropicales séches.* FAO/Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)/CIRAD/SIDA; Cahier. Conservation Guide No. 32. Rome.

Fisher, R. J. 1995. *Collaborative Management of Forests for Conservation and Development.* Issues in Forest Conservation, IUCN-The World Conservation Union, Gland.

Gittinger, J. P. 1972. *Economic Analysis of Agricultural Projects.* John Hopkins University Press, Baltimore and London.

Gray, John A. 1997. *Forest Revenue and Pricing Policies for Sustainable Forestry.* Paper to 11th World Forestry Congress, Antalya.

Haberle, S. 1990. *Grundzuge forstlicher Zeitstudien und ihrer Auswertung (The Principles Of Forestry Time Studies And Their Evaluation).* 1990. Institut fur Waldarbeit, Universitat Gottingen, W-3400 Gottingen.

Hammond, D. 1995. *NZIF 1995 Forestry Handbook.* The New Zealand Institute of Forestry (Inc), Christchurch.

ILO. 1981. *Introduction to Work Study.* ILO, Geneva.

Kennedy (cited in Gilpin, A.) 1995. *Environmental Impact Assessment.* Cambridge University Press.

Kollert, W. Uebelhöt, K. Kleine, M. 1995. *Financial Analysis of Natural Forest Management on a Sustained Yield Basis: A Case Study for the Deramakot Forest Reserve in Sabah, Malaysia.* Report No. 200, GTZ Malaysian-German Sustainable Forest Management Project.

Laird, Sarah 1995. *The Natural Management of Tropical Forests for Timber and Non-timber Products.* O.F.I. Occasional Papers No. 49, Oxford Forestry Institute, University of Oxford.

Leslie, A.J. 1987. *A Second Look at the Economics of Natural Management Systems in Tropical Mixed Forests.* In *Unasylva*, Vol. 39 (155), FAO, Rome.

Sayer, J. 1991. *Rainforest Buffer Zones: Guidelines for Protected Area Managers.* IUCN-The World Conservation Union, Gland.

Stohr, G. W. D. & , S. 1978. *Importancia e aplicacao do estudo do trabalho. (The Importance And Application Of Work Studies).* Floresta Vol. 9 (1). S. Univ. Federal do Parana, Curitiba, Parana.

Poore, D. & Sayer, J. 1991. *The Management of Tropical Moist Forest Lands: Ecological Guidelines.* IUCN-The World Conservation Union, Gland.

UNESCO. *1992. Forests and Culture in Asia.* International Fund for the Promotion of Culture. Paris and the Regional Unit for Social and Human Sciences in Asia and the Pacific, Bangkok.

Wittering, W. O. (Ed.) 1973. *Work Study In Forestry.* UK Forestry Commission Bulletin, No. 47. London.

3 DIRECTRICES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA ORDENACIÓN FORESTAL

Índice **Página**

3.1 Proceso de planificación de la ordenación forestal

3.1.1 Elementos básicos de la planificación

La planificación es un proceso activo que requiere una reflexión cuidadosa sobre lo que podría o debería suceder en el futuro y que incluye la coordinación de todas las actividades pertinentes con el fin de lograr metas y objetivos concretos. La planificación es un componente integral de la ordenación forestal; que consiste en la determinación y expresión de las metas y objetivos del gobierno, las comunidades rurales o las empresas, y en la decisión sobre las medidas que deben adoptarse para alcanzar aquellos objetivos.

La planificación no necesita ser un proceso complicado, pero exige unos objetivos claros que tratan de alcanzar el gobierno u otro grupo. Requiere imaginación y voluntad de considerar todos los puntos de vista que tengan importancia en una situación determinada. El proceso de planificación debe llevar a la formación de una perspectiva equilibrada a partir de la cual se puedan redactar propuestas para una ordenación eficaz. Sin embargo, es conveniente y necesario un elemento de flexibilidad para poder hacer frente a acontecimientos imprevistos que puedan afectar el logro de los objetivos.

En la planificación se utiliza una variedad de información para evaluar los beneficios e inconvenientes de las distintas líneas de acción, lo que permite determinar las opciones preferidas, coordinadas con otras actividades y expresadas por escrito. La información debe ser de buena calidad; se debe descartar la de calidad dudosa o, si se utiliza, debe indicarse que es de baja calidad y, entonces, una de las actividades del plan deberá ser adquirir información de mejor calidad.

3.1.2 Los dos horizontes temporales de la planificación

Los **planes de ordenación forestal** deben tener una duración mínima de diez años. Un período más corto no da la estabilidad a medio plazo que se necesita para orientar de forma coherente la ejecución de las actividades de la ordenación forestal sostenible. Una duración máxima es, en realidad, de 20 años, denominándose también plazo o período de un plan. El plan de ordenación debe incluir prescripciones que prevean:

Una revisión en la mitad del plan,

- Una revisión en el último año del plan,
- La elaboración de un nuevo plan cuando termine el plan actual.

Los **planes anuales de trabajos** se redactan para un período de un año y deben derivarse de un plan de ordenación quinquenal (o de más años). El Plan de trabajos debe expresar las actividades concretas en forma tabular sólo para un año y para una localidad específica, como un área de corta. En el Anexo 5 se muestra un ejemplo de estructura tabular de un plan de trabajos.

En la Figura 24 se exponen las relaciones entre los elementos de los ciclos de los planes de ordenación a medio plazo y anuales. El Cuadro 13 describe una estructura gradual de las relaciones de la ordenación a largo, medio y corto plazo. En la Figura 25 se definen una serie de términos utilizados corrientemente en la planificación de la ordenación forestal y en la ejecución de los planes.

Figura 24: Ciclo de ordenación forestal

REVISIÓN DE UN PLAN DE ORDENACIÓN FORESTAL A MEDIO PLAZO

PLANIFICACIÓN ANUAL y EJECUCIÓN a NIVEL DE TRAMO

Cuadro 13: Sistema escalonado de planificación de la ordenación forestal

Nivel de ordenación		Alcance en el tiempo	Elementos clave de la ordenación forestal
Temas estratégicos	Nacional	> 10 años	Políticas forestales dirigidas a la conservación
	Sub-nacional	> 10 años	Planes de desarrollo del sector forestal
Temas Operativos	Unidad de ordenación forestal	10 años	**1. Función de la ordenación: planificación** -Inventario integrado de recursos forestales -Evaluación de impacto ambiental -Zonificación forestal por funciones forestales -Protección forestal -Integración de los derechos tradicionales sobre las tierras -Regulación del rendimiento
	Tramo	Anual	**2. Función de la ordenación: ejecución** - Ordenación de recursos forestales de bajo impacto - Asignación de la producción de acuerdo con la madurez de la masa **3. Función de la ordenación: control** - Contabilización de los recursos forestales - Revisión periódica de los planes de ordenación

Fuente: adaptado del Proyecto Malasio-Germano de Ordenación y Conservación Forestal

3.1.3 Legislación sobre planificación de la ordenación

Un componente de la legislación forestal que se aplica a un país o provincia ha de ser que se deben elaborar planes de ordenación para los terrenos forestales del Estado y para los de tenencia no estatal cuya conservación sea de interés nacional o provincial o cuando se pagan subsidios o incentivos para fomentar el desarrollo forestal.

Las directrices siguientes indican los principales requisitos que deben incluirse en la legislación forestal respecto a los planes de ordenación forestal:

- A reserva de los derechos existentes en un bosque cuando se pone en vigor un plan de ordenación, la legislación forestal debe especificar que un plan ha de regular la ordenación de los terrenos forestales en conformidad con los objetivos de ordenación para un período de tiempo determinado.
- Se debe especificar el número máximo de años que puede estar vigente un plan de ordenación. No debe ser inferior a cinco ni superior a veinte años. Debe estar prevista la posibilidad de revisar un plan durante el período de planificación.

Todo plan de ordenación forestal debe especificar:

- la superficie máxima en la que se pueden aprovechar los productos forestales o la cantidad máxima de productos forestales que se pueden aprovechar, o ambas, en un período de tiempo determinado.
- los trabajos de protección forestal a realizar,
- los trabajos de desarrollo forestal a realizar, incluyendo la selvicultura,
- otras materias que sean necesarias o apropiadas con el fin de cumplir eficazmente los objetivos de la ordenación. Esto puede incluir el inventario forestal, la elaboración de cartografía, estudios técnicos y sociales y consultas públicas.

- Un plan de ordenación a aplicar en terrenos forestales del Estado o de carácter privado debe ser aprobado por el Ministerio responsable del sector forestal o por otra autoridad designada.

Figura 25: Términos normalmente utilizados en la planificación de la ordenación forestal

Plan de ordenación forestal: *Documento que traduce las políticas forestales en un programa coordinado para una unidad de ordenación forestal y para la regulación de las actividades de producción, ambientales y sociales durante un período de tiempo establecido, mediante el empleo de prescripciones que especifiquen las metas, y los dispositivos de acción y control.*

Unidad de ordenación forestal: *Superficie de bosque a la que se aplica un Plan de Ordenación Forestal aprobado, o cualquier subdivisión del mismo, como un bloque o cuartel (con localización especificada) o una serie de cortas*

Serie de cortas: *Tramos específicos de una Unidad de Ordenación Forestal que se están ordenando de un modo específico por razones selvícolas y que tienen también una producción a aprovechar calculada independientemente.*

Plan de trabajos: *Exposición tabular que muestra el orden y extensión de los trabajos forestales a realizar durante un año y que se basa en las prescripciones de un plan de ordenación forestal. El término es sinónimo del* ***Plan Anual de Trabajos.***

Tramo: *Unidad permanente de terreno forestal reconocible geográficamente, que constituye la base de la prescripción y registro permanente de todas las operaciones forestales.*

Sub-tramo: *Subdivisión de un tramo, a veces temporal, que debido a las características especiales de un área de bosque, cuenta con una descripción especial y requiere un tratamiento selvícola independiente.*

Prescripción: *Especificación escrita de forma concisa en un plan de ordenación forestal que traduce un objetivo o una parte del mismo en una actividad operativa.*

Crecimiento medio anual (CMA): *Incremento total, normalmente en volumen, hasta una edad determinada, dividido por esta edad.*

Crecimiento corriente anual (CCA): *Incremento medio, normalmente en volumen en un año especificado.*

Regulación de la producción: *Determinación de la producción y su expresión en una prescripción del plan de ordenación, que incluye dónde, cuándo y cómo debe extraerse la producción.*

Cuartel administrativo: *Una o más partes del área de una sección de ordenación, no necesariamente adyacentes, que tengan los mismos objetivos, sistema selvícola y prescripciones.*

Plan especial: *Documento que regula la producción de madera, la selvicultura y los tratamientos durante un período específico de tiempo, mediante la aplicación de prescripciones que especifiquen las metas y acciones y los dispositivos de control. Un Plan Especial no es sinónimo de un Plan de Ordenación Forestal.*

Fuente: Terminology of Forest Science, Technology, Practice and Products. Society of American Foresters. 1971.

3.1.4 Equilibrio entre los objetivos productivos, sociales y ambientales

Los bosques proporcionan una extensa variedad de beneficios a nivel local y nacional. La producción de trozas suele ser el principal objetivo y los ingresos obtenidos por los gobiernos y las empresas son la principal fuerza que mueve el aprovechamiento del bosque tropical. Los ingresos obtenidos del aprovechamiento de trozas son normalmente la principal fuente de financiación para la ordenación sostenible a largo plazo del bosque tropical.

Muchas comunidades dependen fuertemente de los productos forestales no maderables como medio de subsistencia y como base del comercio local, por ejemplo, cañas, plantas medicinales y alimenticias, gomas, resinas y fauna silvestre. Los bosques tropicales son fuente fundamental de energía para muchas comunidades, directamente mediante la combustión de la madera para cocinar y calentarse e indirectamente como protección de las cuencas hidrográficas y sus recursos hídricos para la generación de energía eléctrica. Tienen una función importante en la protección de los ambientes físicos y biológicos, a nivel local y provincial. En los bosques tropicales habitan muchos millones de personas y cada vez tienen más valor para la recreación y el turismo, especialmente el ecoturismo. Son importantes refugios para la fauna silvestre y hábitats de muchas especies amenazadas vegetales y animales. En la planificación de la ordenación del bosque tropical es fundamental conseguir un equilibro a largo plazo entre los objetivos de producción de madera y los de carácter social y ambiental.

3.1.5 Participación de todos los grupos interesados en la planificación

La iniciativa para la formulación de un plan de ordenación forestal debe asumirla el propietario del bosque, como el Estado, o el titular de una concesión en nombre del propietario. Las comunidades locales y aquellas otras que tengan derechos o privilegios históricos en un bosque son interesados importantes y deben participar en la planificación. La probabilidad de lograr la sostenibilidad aumentará considerablemente si la población local que vive en los bosques tropicales o sus proximidades tiene voz y voto y toma parte en la planificación de la ordenación y puede

participar en los beneficios de la utilización del bosque para conseguir atender sus necesidades básicas. Las medidas a adoptar pueden incluir:

- Garantizar la seguridad de la tenencia de las tierras agrícolas productivas existentes dentro del bosque.
- Participación local en la toma de decisiones sobre ordenación.
- Acceso garantizado a los productos forestales.
- Provisión de empleo.
- Beneficios compartidos en el aprovechamiento del bosque.

El acuerdo entre los intereses respectivos de las empresas que gestionan el bosque y los grupos comunitarios locales puede facilitarse con el reconocimiento de que las empresas y las comunidades indígenas están interesadas, en la mayoría de los casos, en temas diferentes –trozas industriales por parte de las empresas, y maderas de pequeñas dimensiones y productos no maderables por parte de las comunidades locales. Un método positivo para adaptar los intereses de ambos grupos consiste en incluir a las comunidades rurales como socios en la ordenación forestal y distribuir con ellas los beneficios de la producción de madera.

3.2 Predicción de la producción

3.2.1 Tipos de modelos de predicción de la producción

Un **modelo de predicción de la producción** utiliza relaciones cuantitativas entre las mediciones de las variables del crecimiento, para pronosticar las producciones de los tipos de bosque, siendo un instrumento que ayuda a programar y regular los aprovechamientos con niveles sostenibles. Hay dos métodos básicos para su construcción: la proyección por clases diamétricas (o tabla de existencias) y la modelización por cohortes. Ambos dependen de utilizar datos completos sobre crecimientos para construir y ajustar una ecuación de predicción de la producción. El desarrollo detallado y la aplicación de ambos métodos requieren conocimientos especializados que quedan fuera del alcance de estas *directrices* aunque se incluyen descripciones de cada uno de ellos para ilustrar sobre los pasos fundamentales que incluye su construcción.

Pasos fundamentales que incluye la construcción de un modelo de predicción de la producción

Proyección del crecimiento por clases diamétricas

El método manual de **proyección del crecimiento por clases diamétricas** es el método más antiguo, utilizado por primera vez en Myanmar en 1856, y en otros lugares para la simulación del crecimiento de los bosques tropicales. Se recopilan datos sobre la distribución de poblaciones de árboles por clases diamétricas utilizando datos resumidos de PPMs. Las clases diamétricas son con intervalos de 5 ó 10 cm. La estratificación de la población arbórea puede realizarse sobre la base de grupos de especies. El crecimiento diamétrico medio y las tasas medias de mortalidad de árboles se determinan mediante mediciones periódicas de PPMs, para cada clase diamétrica. El crecimiento se proyecta para un período de cinco años para cada clase diamétrica y por hectárea, aplicando tasas de crecimiento y mortalidad.

Construcción de un modelo de crecimiento y predicción de la producción de madera

El proceso de ajuste de un modelo de predicción de la producción a partir de datos forestales puede hacerse ajustando los datos de campo a una regresión predeterminada, por ejemplo una regresión lineal, o manualmente representando los datos en papel cuadriculado; seguidamente, se pueden elaborar las ecuaciones a partir de las curvas dibujadas a mano. El empleo de ordenadores personales permite aplicar procedimientos estadísticos con mayor precisión y rapidez que con métodos manuales.

Comprobación de la validez de un modelo de predicción de la producción

Un modelo de predicción de la producción de madera debe comprobarse para determinar su validez y precisión. La precisión del modelo dependerá de la fidelidad con que las PPMs representan el bosque, del número y período de las sucesivas mediciones, de las covarianzas de las variables de predicción, y de los coeficientes utilizados en el modelo.

La comprobación del modelo se realiza mejor utilizando una segunda serie de datos forestales que no se utilizaron en la preparación del modelo de producción. El modelo se emplea para predecir el comportamiento del bosque del que se recogieron los datos de comprobación y los resultados se comparan con las observaciones reales. Con frecuencia es necesario repetir esta etapa varias veces. Los ajustes del modelo se realizan como resultado de las anomalías o irregularidades que se presentan en cada etapa de comprobación.

Aplicación del modelo de producción para el uso final que se requiere

Un modelo de producción se puede aplicar en las tres formas siguientes:

- Para pronosticar la producción de madera mediante un cuadro o gráfico sencillo o un conjunto de ambos. Éstos los pueden utilizar directamente los planificadores forestales o se pueden introducir las tablas en un ordenador para actualizar los datos del inventario.
- Para comprobar alternativas de ordenación forestal, como un programa informático o de calculadora que produce un cuadro o gráfico de crecimientos y producciones para una serie determinada de tratamientos.
- Para obtener información sobre las producciones de madera para aspectos más amplios de la ordenación forestal.

Los lectores encontrarán referencias al final de este capítulo para una orientación más detallada sobre el desarrollo de modelos de predicción de la producción.

3.2.2 Ejemplos de la tecnología de modelización para la predicción de la producción

Modelo sencillo de proyección del crecimiento por clases diamétricas

Se agrupan los datos correspondientes a las poblaciones y tamaños de árboles, recogidos mediante un IFC de una unidad completa de ordenación forestal, o una parte de ella (serie de cortas) cuya producción se propone determinar.

Elaboración de la tabla de existencias:

Utilizando el resumen de los datos de las PPMs, se recopila la distribución de la población arbórea por clases diamétricas. Estas clases suelen ser con intervalos de 5 cm., p.ej. 30-35 cm. La estratificación de la población arbórea en agrupaciones menores puede hacerse en base a grupos de especies, por ejemplo "especies actualmente comerciales", "potencialmente comerciales" y "actualmente no comerciales" y también en cuanto a clases de iluminación de las copas.

Tasas de crecimiento y mortalidad:

Se determinan para cada clase diamétrica las tasas de crecimiento medio en diámetro y de mortalidad media de árboles a partir de los datos de las PPMs.

Proyección por clases diamétricas:

Se proyecta para cada clase diamétrica el crecimiento por hectárea para un período de cinco años, aplicando tasas de crecimiento y mortalidad. Se hace un ajuste para reflejar la distribución real de una masa en lugar de hacerlo escalonadamente por clases diamétricas porque hay menos árboles en la parte superior que en la inferior de una clase diamétrica. En su forma más sencilla, el crecimiento por clase diamétrica para cada clase independiente, se puede proyectar aplicando la siguiente fórmula:

$$N = S.I.(\frac{1}{q})^{(1-I)}$$

donde: N = número de árboles que pasan de una clase diamétrica a la siguiente,
S = número de árboles vivos de cada clase diamétrica,
I = incremento medio del diámetro de cada clase (cm),
q = factor de ajuste para cada tipo específico de bosque y grupos de clases diamétricas que se utiliza para reflejar la distribución real de las clases diamétricas.

Los cálculos pueden realizarse utilizando programas normalizados de hojas de cálculo con un ordenador personal.

Aunque es práctico y fácil de entender, el método de proyección por clases diamétricas no tiene en cuenta efectivamente los cambios de densidad de la masa o las consecuencias de la distribución espacial (de las clases diamétricas) de los bosques tropicales. Su empleo mejor es para análisis preliminares de producciones. Para trabajos más exactos hay que emplear el método de modelización por cohortes o grupos de especies.

Modelización por cohortes

El término "modelo por cohortes" se refiere a un grupo de árboles del mismo grupo de especies y clases de tamaño y es la unidad básica de información empleada para la modelización del crecimiento por cohortes. Se describen cuatro modelos por cohortes: el DIPSIM, el CAFOGROM, el SIRENA y el Queensland.

- *DIPSIM (Modelo de simulación del crecimiento del bosque de dipterocarpos): modelo empírico de simulación del crecimiento de árboles individuales*

  El *DIPSIM* es un modelo empírico de simulación del crecimiento de árboles individuales que se ha desarrollado en Sabah, Malasia, como herramienta de planificación de la ordenación de bosques naturales de dipterocarpos, especialmente con el fin de:

  . predecir el crecimiento anual en cuanto a existencias, volumen y área basimétrica,
  . predecir los cambios en las características de la masa para períodos hasta de 60 años,

. **proporcionar una base para las decisiones sobre regulación de la producción a través de la simulación de diferentes prescripciones de aprovechamiento.**

Principales características del proceso de modelización DIPSIM

Crecimiento del diámetro:

Desarrollo de una regresión múltiple que relaciona el incremento del área basimétrica de árboles individuales con el área basimétrica del árbol, la calidad de la estación, la superficie basimétrica de la masa y el área basimétrica de los árboles dominantes. Se han desarrollado ecuaciones de incremento por grupos de especies que tienen modelos de crecimiento similares: en total 20 grupos de crecimiento. Se elaboran modelos de incremento del diámetro para cada grupo de especies.

Mortalidad:

Desarrollo de un modelo que refleja la mortalidad normal y la catastrófica y pronostica la probabilidad de mortalidad a partir del tamaño del árbol y de la competencia de la masa.

Incorporaciones:

El modelo pronostica las tasas de incorporación, por especies de siete grupos de maderas, a la clase diamétrica inferior de fustes (10 cm.).

Aprovechamiento:

En el componente de aprovechamiento se incluyen tres fases;

- *evaluación de existencias: el modelo compara las existencias reales de una masa con unas normas de existencias mínimas predefinidas tras el aprovechamiento. En Sabah, un mínimo de existencias de 8 a 10 árboles/ha ≥60 cm. dap después de 40 a 60 años del aprovechamiento.*
- *selección y extracción de árboles: se especifican en el modelo unos límites predeterminados de diámetro de corta mínimo y máximo de 60 cm. y 120 cm. respectivamente.*
- *daños de aprovechamiento: el usuario puede especificar en el modelo el porcentaje de árboles que se cree serán destruidos, en dos clases de dimensión: 10 a 39 cm. y ≥ 40 cm. El modelo elige los árboles al azar, los extrae de la base de datos de la simulación y los introduce en una base de datos de contabilidad de la mortalidad.*

Figura 26: Estructura del programa DIPSIM



Funcionamiento del modelo:

El DIPSIM se ejecuta con un PC. Está programado con software de base de datos relacional y está estructurado en tres módulos principales para la obtención del modelo: preparación de la base de datos, simulación y resultados. Éstos se presentan en la Figura 26. El módulo de resultados resume el producto de la simulación en la forma siguiente:

. *tablas dasométricas y de existencias,*
. *tablas de incremento del volumen,*
. *tablas de aprovechamientos, incluyendo una tabla de composición de los aprovechamientos y una tabla de registro de aprovechamientos anuales.*

El modelo DIPSIM tiene en cuenta realmente los cambios de densidad de la masa y las consecuencias de la distribución espacial porque se hace uso de datos forestales reales para la modelización del crecimiento de árboles

individuales. El crecimiento está muy influido por los factores de competencia. Se considera que este modelo constituye una base objetiva para investigar los efectos de las estrategias de aprovechamiento sobre el bosque remanente, bajo un régimen de ordenación concreto.

El funcionamiento de este sistema se explica en un manual: *DIPSIM: an Empirical Individual-tree Growth Simulation Model*, Ong, R. & Kleine, M. 1995. Research Paper No. 2, FRC, Forest Department, Sabah, Malaysia.

- *Modelo CAFOGROM:* Es una nueva y poderosa herramienta para investigadores en modelización del crecimiento, desarrollada en el *Centro do Pesquisa Agropecuaria da Amazonia Oriental*, en Brasil. Es un modelo por cohortes que está orientado al análisis de los datos de PPM de bosques tropicales mezclados para obtener modelos de crecimiento y producción. Aunque el modelo *CAFOGROM* es complejo y no da por sí mismo una serie normal de programas informáticos para el análisis de datos de PPM, se describe el método para que se llegue a conocer más ampliamente este nuevo enfoque y para estimular la investigación local sobre modelización del crecimiento. En la Figura 27 se explican las cuatro etapas de desarrollo del modelo *CAFOGROM*.

  Se recomienda a los lectores consultar el manual y programa informático de demostración sobre la tecnología en la publicación *Growth Modelling for Mixed Tropical Forests*, por Dr. D. Alder, 1995, Tropical Forestry Paper No. 30, Oxford Forestry Institute, University of Oxford.

Figura 27: Principales características del proceso de modelización CAFOGROM

Entrada de datos, edición y proceso preliminar:

Temas: Diseño de una base de datos de PPM, comprobación de los datos, cálculo de las variables básicas, como incremento, deducción de los índices de competencia de los árboles, formateado y condensación de los datos para análisis estadísticos.

Aplicación: Establecimiento de un sistema de proceso de datos de PPM, incluyendo todos los cálculos preliminares para el desarrollo de una matriz funcional o de transición.

Proyección por clases diamétricas:

Temas: Formación de una tabla de existencias como descripción de la estructura del bosque, métodos matemáticos y clásicos de proyección de existencias por clases diamétricas, métodos matriciales, adaptaciones pragmáticas y estudio de caso de un modelo completo.

Aplicación: Descripción de métodos de análisis que conducen a un modelo de proyección de existencias con hoja de cálculo o un modelo matricial de transición. Adecuado para modelos sencillos, muy globales para la planificación general del sector forestal o para estudios de viabilidad.

Modelos de crecimiento forestal por cohortes:

Temas: Análisis de funciones de crecimiento por incremento diamétrico, mortalidad e incorporaciones. Modelización de las operaciones de aprovechamiento y de los daños de corta.

Aplicación: Desarrollo de un modelo dinámico de simulación para bosques tropicales mezclados basado en el sistema del modelo de crecimiento por cohortes. Apropiado cuando se dispone de buenos datos de PPM con muchas parcelas.

Validación y aplicación del modelo de crecimiento:

Temas: Métodos de funciones de validación mediante análisis residual. Utilización de modelos de crecimiento para la planificación forestal, compatibilidad de los datos de inventariación, sistemas de información sobre ordenación y papel de un modelo de crecimiento.

Aplicación: Validación y aplicación de un modelo de crecimiento como componente de un sistema de ordenación forestal para su empleo en la elaboración de planes de corta conjuntamente con los datos de inventariación.

Modelo SIRENA: A principios de 1996 se elaboró un modelo denominado *SIRENA I* para aplicarlo a la ordenación forestal en Costa Rica, América Central. Se trata de un instrumento operativo de modelización del

crecimiento, conceptualmente similar a *CAFOGROM*, pero basado en el análisis de PPMs locales. El *SIRENA I* se está empleando en la parte norte de Costa Rica por la ONG CODEFORSA (*Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos)* para la elaboración de planes de ordenación para propietarios forestales privados en esta región del país. SIRENA está basado en software "Excel" y "Visual Basic for Applications". *SIRENA II* es una versión revisada del *SIRENA I* basada en la experiencia operativa con éste que es un instrumento operativo flexible en el que un usuario puede especificar los tratamientos y producciones. También se utiliza en Costa Rica.

Modelo Queensland: El modelo Queensland, utilizado hasta que se interrumpieron, en 1988, los aprovechamientos por razones de conservación ambiental, se elaboró para predecir el crecimiento de los aprovechamientos comercialmente explotables en los bosques pluviales de especies mezcladas y masas irregulares de North Queensland, Australia. Más de 100 especies comerciales y otros varios centenares se reunieron en unos 20 grupos de especies basándose en el hábito de crecimiento, relaciones volumétricas y criterios comerciales. Los árboles se agrupan en cohortes, de acuerdo con el grupo de especies y tamaño de los árboles, lo que constituye la base para la simulación. Se han elaborado ecuaciones para predecir el incremento, la mortalidad y las incorporaciones. El modelo se ha empleado para determinar los aprovechamientos de madera procedentes de los bosques del norte de Queensland y proporcionan una base objetiva para investigar los efectos de las estrategias de ordenación del bosque pluvial. Se espera que este método sea aplicable a otros bosques tropicales naturales.

3.3 Determinación de la corta admisible o "posibilidad"

3.3.1 Métodos clásicos para la determinación de la corta admisible

La regulación de la producción, con independencia del sistema selvícola que se aplique, sirve como base para deducir un aprovechamiento de trozas que esté en equilibrio con el crecimiento del bosque y para controlar la producción a fin de conseguir que la corta no sea ni excesiva ni defectiva. En

muchos bosques tropicales cuyos recursos forestales no aprovechados y los regenerados se conocen de forma incompleta, de los que existe poca o ninguna información sobre el crecimiento del bosque y en los que se está introduciendo por primera vez la ordenación forestal, la corta admisible o posibilidad debe deducirse utilizando uno de los métodos empíricos clásicos.

No hay otra alternativa en estas condiciones que la de utilizar métodos empíricos. A continuación se explican cuatro procedimientos para determinar la posibilidad con el fin de facilitarle al lector el apreciar y comprender las principales características de cada uno de ellos. En la práctica la elección y utilización de cada método depende del sistema selvícola que se aplique, ya sea policíclico o monocíclico, en una situación forestal determinada. Los métodos son:

. Combinación de superficie y ciclo de cortas.
. Combinación de superficie, volumen y ciclo de cortas.
. Combinación de volumen y crecimiento forestal.
. Consideración exclusiva del volumen.

Cada uno de estos métodos sirve sólo como una orientación general para deducir la posibilidad. A pesar de esta reserva, la aplicación de uno de los métodos que sea pertinente para las características técnicas de una unidad de ordenación forestal y los objetivos de la ordenación, será una contribución positiva a la ordenación forestal sostenible donde en la actualidad no exista otra base para este fin. Los informes técnicos seleccionados que se enumeran al final de este capítulo explican cada método y su aplicación en la práctica.

Figura 28: Algunos términos corrientes empleados en la determinación de la producción y en la planificación de los aprovechamientos

Ciclo de corta: *Período programado en años, durante el cual, todas las partes de un bosque zonificado para la producción de madera y ordenado bajo un sistema selvícola de selección (entresaca), deben ser cortadas selectivamente para la producción de trozas.*

Corta anual admisible (CAA): *Corta admisible, o posibilidad, expresada sobre una base anual.*

Determinación de la producción: *Cálculo, mediante volumen, o por superficie (o una combinación de ambos) de la cantidad de productos forestales que pueden aprovecharse anualmente, o periódicamente, de una superficie determinada de bosque durante un período establecido, de acuerdo con los objetivos de la ordenación.*

Especificación claramente expresada, normalmente en un plan de ordenación aprobado, de la cantidad media (de madera, bambú o caña), que puede aprovecharse de una unidad de ordenación forestal, anual o periódicamente durante un período de cinco o diez años.

Planificación de la producción: *Asignación en el tiempo de unidades de territorio dentro de un bosque productivo para su aprovechamiento de forma calculada a fin de obtener la producción de cantidades sostenibles de trozas y otros productos, consiguiendo al propio tiempo el mantenimiento y regeneración de la capacidad productiva del bosque necesaria para sostener dicha producción.*

Posibilidad, corta prescrita, producción prescrita y producción permisible:

***Producción anual** y **producción periódica:** Volumen o número de troncos que se pueden extraer de una superficie específica en un año, o en un período especificado, respectivamente.*

Producción sostenible: *Nivel de equilibrio de la producción, anual o periódica, a perpetuidad, procedente de la tasa de crecimiento de los árboles que integran un bosque. Ello significa la producción continua con el fin de lograr un equilibrio aproximado entre el crecimiento neto del bosque y el aprovechamiento*

Rotación: *Número programado de años entre el establecimiento de una masa (mediante plantación o regeneración) y la corta final. El término se aplica cuando el bosque está ordenado bajo un sistema selvícola monocíclico.*

Superficie anual de corta (SAC): *Superficie de bosque productivo que se puede cortar en un año. SAC es sinónimo de **área de corta** y de **Corta anual***

Fuente: Terminology of Forest Science, Technology and Products: Society of American Foresters. 1971.

Actualmente se están desarrollando nuevos métodos informatizados para la determinación de la producción, que permitirán lograr una precisión mucho mayor que los métodos anteriores. Su utilización depende de contar con información de buena calidad sobre distribución de los árboles por clases diamétricas, volúmenes de los árboles, crecimientos, incorporaciones y mortalidad de árboles procedentes de un IFC. Los nuevos procedimientos permiten a un usuario calcular con un ordenador personal el crecimiento con el tiempo de los diámetros de los árboles y del área basimétrica, hacer estimaciones sobre incorporaciones y mortalidad de árboles, simular los daños de aprovechamiento y extracción maderera y, en consecuencia, proyectar el crecimiento y la producción del bosque. Se requiere asistencia técnica especializada para poder aplicar estos nuevos métodos en una situación forestal determinada.

- *Combinación de superficie y ciclo de corta*

Cuando se está aplicando el sistema selvícola policíclico en un bosque irregular, la **superficie anual de corta (SAC)** puede deducirse dividiendo en partes iguales la superficie de bosque productivo neto , dependiendo de la duración en años del ciclo de corta. La superficie productiva se determina mediante la zonificación, descrita en la Parte II, sección 1.1.3, deduciendo la superficie de terreno "improductivo", desde el punto de vista de la producción de madera, de la superficie total de la unidad de ordenación forestal. Este método puede aplicarse también en tipos de bosques que se están ordenando bajo una selvicultura monocíclica, como en manglares o en bambúes. La ecuación que expresa el método de control por superficie es la siguiente:

$$SAC = \frac{ST - SI}{n}$$

donde:

SAC = superficie máxima de bosque que se puede cortar cada año, en ha.
ST = superficie total de la unidad de ordenación forestal, en ha.
SI = superficie forestal "improductiva", en ha.
n = duración del ciclo de corta, en años.

El método de Superficie Anual de Corta sólo da una indicación general, aunque de determinación rápida, de la corta admisible o posibilidad. Como es el método más sencillo y menos preciso, no se debe aplicar sin una clara definición de especies, dimensiones diamétricas de los árboles y número de árboles por hectárea que pueden aprovecharse.

Combinación de superficie, volumen y ciclo de corta

En su forma más sencilla, la **Corta anual admisible** (CAA) se puede deducir combinando el máximo de superficie que se puede cortar cada año con el volumen de madera del área de corta que ha sido determinado mediante el inventario previo al aprovechamiento, descrito en la Parte II, sección 1.3.5. La cifra de volumen empleada puede revisarse a medida que se disponga de más información resultante de inventarios posteriores. El denominado diámetro del tronco es una cifra variable que depende sobre todo del tipo de bosque que se esté ordenando. Puede llegar a 30 cm. como mínimo en algunos tipos de bosque y a más de 60 cm. en otros. Este método se expresa de la forma siguiente

$$CAA = \frac{V.S}{n}$$

donde: V = volumen medio por hectárea de especies comerciales con diámetro superior a una dimensión determinada que se calcula a partir del primer inventario forestal.
S = superficie de todo el bosque, o de una serie de cortas, en ha.
N = duración del ciclo de corta, en años

Este método se emplea en Indonesia en concesiones de bosques de montaña con dominancia de dipterocarpos cuyo ciclo de corta, n, es de 35 años. Es un método relativamente sencillo y fácil de entender que permite determinar con facilidad las producciones. En la práctica, se determinan los valores máximo y mínimo que constituyen la base de la CAA para cada concesión. El método no refleja las pérdidas de volumen que siempre se producen durante la explotación maderera a causa de la rotura de troncos, ni tampoco tiene en cuenta las pérdidas de volumen debidas a la pudrición de troncos. Tampoco tiene en cuenta, igualmente el incremento de los árboles maderables existentes o

potenciales. La CAA se puede reducir mediante un "factor de explotación" y un "factor de seguridad" (0,7 y 0,8 respectivamente en Indonesia) lo que permite un cierto margen de pérdidas en el aprovechamiento y también de daños a la masa residual durante la explotación maderera.

En los bosques de dipterocarpos de Filipinas se aplica una modificación de este procedimiento que reconoce la variabilidad del tamaño y distribución de los árboles grandes en los diferentes tipos de bosque y considera una estimación del volumen que se puede cortar, deducido a partir de una tabla de producciones. Se explica en el Anexo 3.

- *Combinación del volumen del bosque y su crecimiento*

En los bosques irregulares donde se propone o se está aplicando una corta selectiva y de los que se dispone de datos completos de inventarios forestales y de un conocimiento aceptable del crecimiento corriente anual, el *Método de Gehrhardt* sirve como base para la determinación de la corta admisible, expresándose de la forma siguiente:

$$CAA = \frac{(Cb + Cn)}{2} + \frac{(Vb - Vn)}{PA}$$

donde:
- Cb = Crecimiento Corriente Anual del Bosque (CCA),
- Cn = CAA de un bosque teóricamente normal,
- Vb = volumen total del bosque determinado mediante el inventario,
- Vn = volumen de un bosque teóricamente normal,
- PA = período de ajuste programado para que el bosque alcance la normalidad.

Un inconveniente en el uso del *Método de Gehrhardt* es la dificultad de deducir el bosque teóricamente normal y la incertidumbre de saber si será posible programar las cortas para un período suficientemente largo para lograr una distribución normal de clases diamétricas.

Un método alternativo que depende también de disponer de un conocimiento seguro del crecimiento pero evita la necesidad de deducir la estructura teórica del bosque normal, es el *Método de Cotta*. Éste permite determinar la corta en

el caso de un bosque que se está ordenando bajo un sistema selvícola de aclareo sucesivo irregular, tal como se explica en el Anexo 3.

- *Determinación de la producción basada exclusivamente en el volumen*

Cuando se está ordenando una unidad de ordenación forestal mediante un sistema selvícola monocíclico y no se conoce actualmente el crecimiento, el método más sencillo para la determinación de la producción es dividir el doble del volumen en pie de la masa por la rotación o ciclo de corta. Conocido como el *Método de Von Mantel*, no considera en absoluto el crecimiento, ni la estructura del bosque o la variabilidad del crecimiento y el volumen, y por lo tanto sólo da una indicación muy general de la producción forestal. Tiene sin embargo la ventaja de ser sencillo, su utilización requiere pocos datos y la determinación de la producción tiende a ser conservadora. La ecuación del *Método de Von Mantel* es la siguiente:

$$CAA = \frac{2V}{R}$$

donde, R = rotación (ciclo de corta) para las principales especies arbóreas que constituyen las existencias en pie.
V = volumen medio de las especies comerciales con diámetro de tronco superior al especificado, que se calcula a partir del primer inventario forestal.

3.3.2 Determinación de la CAA cuando existe regeneración y bosque aprovechado previamente

Para superficies cada vez mayores de bosques tropicales, se hace necesario determinar la CAA donde existe regeneración y bosque aprovechado anteriormente y cada vez hay menos áreas de bosque primario. Los métodos empíricos descritos en la sección anterior son menos apropiados en estas situaciones. Una estructura típica de recursos forestales mezclados donde se hace necesario un método alternativo para la determinación de la CAA, es la siguiente:

- Algunos bosques primarios todavía por aprovechar;
- Algunas áreas de bosque previamente explotado donde se han aplicado en los últimos 10 a 30 años una variedad de intensidades de aprovechamiento, desde ligeras a fuertes, y la regeneración ha dado lugar a una nueva estructura forestal;
- Algunos terrenos han sido desmontados por la agricultura migratoria o por incendios naturales, habiéndose desarrollado un bosque colonizador.

Un buen método para la determinación de la CAA cuando existe una estructura forestal mezclada es el siguiente:

- Llevar a cabo una zonificación forestal para determinar la superficie productiva neta, cuidando mucho el excluir todos los terrenos forestales en que existan limitaciones sociales y ambientales que impidan cualquier producción de madera.
- Actualizar la información sobre los recursos forestales de la superficie productiva neta de bosques primarios y secundarios, realizando un nuevo inventario.
- Calcular la CAA de los bosques de regeneración que fueron aprovechados previamente y de los bosques colonizadores, si procede, además de la CAA de los recursos remanentes de bosque primario que pueden cortarse en un período de "*x*" años.
- Definir las "existencias previstas a alcanzar" de volumen aprovechable comercialmente para la unidad de ordenación forestal. Éste es un juicio de valor basado en criterios ecológicos y también comerciales.
- Empleando un sistema de simulación del crecimiento como el SIRENA o el DIPSIM, se deduce el ciclo de corta, en años, que se requerirá para alcanzar las existencias previstas. El ciclo de corta variará, dependiendo de las especies y su distribución, los daños previstos, la distribución de los recursos maderables y la productividad de la estación. Será necesario simular varias prescripciones diferentes de aprovechamiento con el fin de llegar a un ciclo de corta práctico y comercialmente realista.

- Utilizar de nuevo un sistema de simulación del crecimiento, determinar el período de ajuste que se requerirá para lograr las existencias previstas para la superficie productiva neta de bosque.

3.4 Regulación de la producción

3.4.1 Directrices para planificar la regulación de la producción

La regulación o distribución de la producción incluye la toma de decisiones que dan lugar a especificaciones claras sobre cuándo, dónde y en qué condiciones se puede realizar un aprovechamiento de corta utilizando una CAA e información técnica sobre el bosque. Ésta es una parte de importancia fundamental de la ordenación sostenible del bosque tropical. Las directrices prácticas para la planificación de la regulación de la producción en cada tramo incluido en un plan anual de cortas son las siguientes:

. Información técnica;
  - volúmenes medios de las diferentes especies,
  - distribución por clases diamétricas y diámetro mínimo de corta,
  - distribución de los árboles en el terreno en relación con la topografía y el acceso práctico de caminos,
  - tipos de estación y características del sistema o sistemas selvícolas, especificados en el plan de ordenación que se está aplicando en el bosque,
  - la información técnica sobre los bosques sin explotar, los previamente explotados y los bosques secundarios de cada tramo, se debe considerar independientemente debido a las diferencias que casi siempre tienen lugar en cuanto a especies arbóreas, diámetros de los troncos y distribución de los árboles. La asignación de producciones será inevitablemente diferente para cada una de las clases de bosques.

. Definir claramente sobre los mapas y en el terreno aquellas áreas de bosque que han de excluirse, mediante zonificación, del aprovechamiento maderero, por razones ambientales o sociales. Los mapas de planificación de los aprovechamientos pueden dibujarse a mano o mediante un GIS.

- Es conveniente que los planes de asignación de producciones se preparen dos años y mejor tres, antes de la explotación maderera, para poder explotar la madera procedente del trazado de los caminos y para construir éstos, y que se asienten antes de utilizarlos y, cuando sea necesario, poder completar la corta de trepadoras.
- La madera aprovechada procedente del trazado de los caminos debe asignarse como parte de la asignación anual de corta, y no debe ser una asignación de producción adicional.

3.4.2 Control de la producción

Control anual de la producción

Es fundamental realizar cada año frecuentes comprobaciones a cargo de un ordenador forestal para asegurarse de que las brigadas de explotación maderera se atienen a la CAA y otros detalles de las prescripciones de corta. Un programa de medición continua de trozas o, cubicación, sirve como control de la producción sobre una base anual y tramo por tramo. Este es un aspecto práctico fundamental de la ordenación sostenible del bosque tropical y forma parte de la vigilancia de las operaciones.

Suele ser difícil extraer cada año volúmenes iguales de madera u otros productos, debido a la variabilidad dentro del bosque y a las dificultades físicas ocasionadas por el clima húmedo y los cambios a corto plazo de la demanda y precios del mercado. Cabe contar con una cierta variación, quizás del orden de un 15 por ciento, en más o en menos, del volumen prescrito, en la tasa anual de aprovechamiento, siendo necesario tenerlo programado. Tres métodos para abordar esta situación son los siguientes:

- *Deducir* un "exceso de corta" del nivel de aprovechamientos prescrito, para el año, o dos años siguientes.
- *Añadir* toda o una parte de una "corta por defecto" al nivel de aprovechamientos prescrito para el año siguiente.
- *Cancelar* una "corta por defecto" y añadir este volumen al total de existencias forestales para los próximos cinco años y volver a calcular la CAA.

Control a largo plazo de la producción

Los datos anuales sobre los aprovechamientos de madera y las comparaciones con la CAA no permiten responder adecuadamente a la cuestión de si un bosque está siendo ordenado sosteniblemente. Con el fin de vigilar la producción a largo plazo, por lo menos 15 años, hay que calcular el CMA de toda la unidad de ordenación forestal para este período, y hay que equilibrarlo con aprovechamiento total durante el mismo período.

La evaluación periódica y regular de un bosque es el método más seguro para la determinación del crecimiento. Una cartografía precisa y un IFC pueden proporcionar datos fidedignos sobre los recursos forestales al principio y al final de un período de planificación para el que debe deducirse el CMA. El volumen total de extracciones (incluyendo los residuos de explotación maderera) se obtienen a partir de unos registros precisos de los volúmenes cortados cada año, suplementados con una estimación de los desperdicios, determinada mediante estudios sobre los residuos de explotación maderera. La ecuación correspondiente es la siguiente:

$$CMA = \frac{V(t+n) + Vp - Vt}{}$$

donde:

CMA = crecimiento medio anual en m^3/año de una unidad de ordenación forestal durante un período de planificación no inferior a 15 años.

Vt & *V(t+n)* = volumen total de existencias en pie en m^3, determinado a partir del IFC al principio (*Vt*) y, al final (*V(t+n)*), respectivamente, del período de planificación.

Vp = volumen total de madera aprovechada en m^3 durante el período de planificación, incluyendo una estimación de los residuos de explotación maderera en el período.

n = duración del período de planificación, en años.

La ordenación para la producción sostenida de madera (o ratán, bambú u otros productos) se consideraría en términos técnicos que se ha conseguido si el aprovechamiento total no excede del crecimiento anual acumulado durante un período de planificación especificado. Por el contrario, el aprovechamiento sostenible no se habría logrado si la corta total durante el período de

planificación excede del crecimiento anual acumulado. Estas afirmaciones se resumen en la Figura 29. El Estudio de Caso 6 describe los estudios sobre sostenibilidad de la producción en Queensland, Australia.

Figura 29: Criterios sobre la ordenación forestal sostenible

La ordenación forestal sostenible *se logra si el crecimiento medio anual acumulado de un bosque irregular que tenga una distribución equilibrada de clases diamétricas es igual o ligeramente superior al aprovechamiento total durante un período de planificación no inferior a 15 años. En el caso de un bosque irregular fuertemente explotado cuya distribución por clases diamétricas no es equilibrada, el CMA acumulado debe ser siempre inferior al aprovechamiento total.*

La ordenación forestal sostenible *no se logra si el aprovechamiento total excede del crecimiento medio anual acumulado durante un período de planificación no inferior a 15 años*

Estudio de Caso 6: Sostenibilidad de la producción en Australia

Los aprovechamientos de madera comercial comenzaron en los bosques pluviales tropicales de Queensland en 1873 y cesaron en 1988 debido a su inclusión, por razones de conservación, en el Catálogo del Patrimonio Mundial. Durante el período de 1950 a 1985, ocho estimaciones de la producción sostenible variaron hasta diez veces. Las discrepancias fueron debidas a los diferentes supuestos referentes a la ordenación y a errores en el cálculo de las superficies productivas netas y de las tasas de crecimiento. Entre 1950 y 1985 la corta admisible o posibilidad (130.000 – 207.000 m³/año) excedió de las estimaciones de la producción sostenida (60.000 – 180.000 m³/año), pero el aprovechamiento real (90.000 – 205.000 m³/año) continuó siendo inferior a la corta admisible. Ésta se redujo hasta un nivel sostenible en 1986 y la explotación maderera comercial cesó en 1988. No es seguro que el aprovechamiento durante los años 80 fuera sostenible pero varios indicadores sugieren que probablemente fue así. Las lecciones resultantes para otros productores de madera tropical son que la superficie, el crecimiento y la determinación de la producción deben ser cuidadosos, los objetivos de la ordenación y su ejecución deben ser claros y es fundamental una vigilancia regular.

Un análisis de los datos procedentes de 212 PPM en los bosques tropicales de Queensland, Australia, no ha dado señales evidentes de ninguna disminución en la productividad del bosque pluvial después de tres ciclos de aprovechamiento maderero selectivo ejecutado cuidadosamente. La productividad relativa se determinó por la diferencia entre los incrementos observados de los diámetros y los incrementos previstos a partir de una función de incrementos de diámetros que incorporaba el tamaño de los árboles, la densidad de la masa y la calidad de la estación.

3.5 Planificación de la ordenación forestal

3.5.1 Estructura y formato de la ordenación

Estructura del plan de ordenación forestal en cuatro partes

Para que un plan de ordenación forestal sea eficaz debe incluir información básica que tenga relación directa con la ordenación del bosque, una meta de ordenación a largo plazo, y prescripciones específicas para lograr cada uno de

los objetivos. La estructura del plan de ordenación debe ser flexible dependiendo de las características del bosque para el que se está planificando la ordenación a largo plazo. En la figura 30 se presenta una estructura lógica, fácilmente dispuesta y práctica de un plan que consta de cuatro partes principales.

Formato modelo de un plan de ordenación forestal

La materia de que trata un plan es lógico que varíe de un lugar a otro, dependiendo de las características del terreno y del bosque en cuestión y también de los objetivos, oportunidades y riesgos. Hay, sin embargo, una lista básica del contenido a tener en cuenta cuando se programa la elaboración de un plan de ordenación de bosques tropicales para la producción de madera. El formato modelo que sigue a continuación sirve como marco para el diseño de un plan de ordenación de bosques tropicales:

Figura 30: Estructura en cuatro partes de un plan de ordenación forestal

Información básica:

De carácter geográfico, ecológico, de recursos, de carácter social, industrial y ambiental, que tenga relación directa con los temas referentes a la futura ordenación forestal. Es útil determinar las consecuencias para la ordenación de las características específicas expuestas en cada punto de la información básica.

Meta y objetivos específicos de la ordenación:

Una meta y varios objetivos específicos, preferentemente no más de cinco, siendo el objetivo primordial la producción de madera.

Propuestas de ordenación:

Las prescripciones deben referirse directamente a los objetivos e incluir las medidas de protección del bosque, la producción y cómo controlarla, la selvicultura, la vigilancia y los medios de información.

Información a incluir en la crónica forestal:

Información sobre todas las operaciones forestales, registradas en un historial por tramos, y medidas anualmente.

Parte I   Información básica

* **Autoridad, período de vigencia y políticas**
  - *Nombre del plan de ordenación*
  - *Autoridad legal (o de control)*
  - *Período de vigencia (plazo)*
  - *Exposición sobre política local o nacional*
* **Localización, superficie y descripción legal de los terrenos forestales**
  - *Localización y superficie*
  - *Descripción legal*
* **Recursos físicos**
  - *Clima*
    . *Precipitaciones, humedad y vientos (si son importantes)*
    . *Temperatura e insolación*
  - *Hidrología*
  - *Consecuencias para la ordenación del clima y la hidrología*
* **Geología**
  - *Topografía*
  - *Tipos de rocas y erosión (si es importante)*
  - *Consecuencias de la geología para la ordenación*
* **Suelos y uso de las tierras**
  - *Tipos de suelos*
  - *Usos de las tierras*
  - *Clasificación de la capacidad de uso de las tierras (si es importante)*
  - *Consecuencias para la ordenación de los tipos de suelos y de la clasificación de la capacidad de uso de las tierras.*
* **Recursos forestales**
  - *Tipos de vegetación*
    . *Tipos de bosque natural y distribución*
    . *Sucesión ecológica y cambios ecológicos en los bosques naturales*
    . *Diversidad biológica de carácter vegetal*
    . *Problemas ecológicos referentes a la vegetación*

- *Resumen de los tipos de bosque y de las clases de uso de las tierras*
- *Consecuencias para la ordenación de los problemas de ecología forestal*
- *Resumen de los datos sobre los recursos forestales (cuadros)*
  . *Datos generales del inventario forestal*
  . *Datos sobre especies, volúmenes y dimensiones de los árboles*
  . *Recursos forestales corrientes no maderables*
  . *Resumen general de los recursos forestales*
- *Sistema o sistemas selvícolas - tipo o tipos, circunstancias favorables y limitaciones*
- *Datos sobre crecimiento y producción del bosque (cuadros)*
- *Evaluación del potencial de producción sostenible de madera*

* **Aprovechamiento y transporte de trozas**
- *Plan estratégico de aprovechamientos*
- *Planificación táctica de los aprovechamientos*
- *Métodos y maquinaria de explotación maderera, incluyendo la capacidad de reducir al mínimo los impactos ambientales de la extracción de madera*
- *Métodos de transporte de trozas (caminos, ferrocarriles, transporte en barcazas, etc.)*
- *Consecuencias para la ordenación del aprovechamiento y transporte de trozas.*

* **Industria forestal**
- *Resumen de la industria forestal existente*
- *Potencial de desarrollo de la industria maderera (especies preferidas y especies subutilizadas, recursos, dimensiones de las trozas)*

* **Problemas sociales concernientes a los bosques naturales**
- *Características de los grupos comunitarios: origen étnico, poblaciones, distribución y dimensión de las poblaciones, etc.*
- *Modelos de dependencia social respecto a los bosques naturales*

- *Resumen de los conflictos sociales o conflictos potenciales relacionados con los bosques*
- *Consecuencias para la ordenación de los problemas sociales relacionados con los bosques.*

*** Recursos de fauna silvestre**

- *El "paisaje" del bosque como hábitat de la fauna silvestre*
- *Recursos importantes de fauna silvestre*
- *Diversidad biológica de carácter animal*
- *Consecuencias para la ordenación de las relaciones de la fauna silvestre con los bosques naturales*

*** Problemas ambientales**

- *Resumen de los problemas ambientales derivados de la ordenación para la producción de madera, por ejemplo, la conservación del suelo y el agua, la biodiversidad, la conservación de la fauna silvestre y el ecoturismo*

*** Protección y seguridad del bosque**

- *Resumen de los problemas y datos referentes a la protección de una Unidad de Ordenación Forestal contra los incendios, las usurpaciones, la agricultura migratoria y otras amenazas potenciales.*
- *Consecuencias para la ordenación de los problemas de protección y seguridad del bosque.*

Parte II Meta y objetivos

*** *Meta***

*** *Objetivos***

- *Protección forestal*
- *Producción de madera*
- *Producción no maderable*
- *Otros objetivos, como desarrollo social, reforestación, forestación, investigación, conservación ambiental y desarrollo empresarial.*

Parte III Prescripciones de la ordenación

Las prescripciones deben ser explícitas, relacionadas directamente con los objetivos expresados en un plan y

deben ser suficientemente completas para conseguir sin dificultad el cumplimiento de los objetivos.

* *Un plan que tenga como objetivo principal la producción sostenible de madera debe, como mínimo, incluir prescripciones sobre los temas siguientes:*

. *Zonificación del bosque y del uso de las tierras incluyendo la demarcación y la elaboración de cartografía del bosque de protección en laderas inclinadas, regeneración natural, fuentes de agua, suelos frágiles y zonas pantanosas, especies amenazadas, etc.*

. *Inventario de madera previo al aprovechamiento, para la planificación de la producción anual.*

. *Inventario forestal continuo para la determinación del crecimiento del bosque y deducción de los rendimientos.*

. *Especificación de la corta periódica (5 años), o anual.*

. *Planificación táctica de los aprovechamientos, incluyendo las medidas para el aprovechamiento de la madera y el transporte de las trozas.*

. *Medidas para la protección y seguridad del bosque*

. *Muestreo de diagnóstico*

. *Especificación del sistema o sistemas selvícolas apropiados.*

. *Especificación de las operaciones selvícolas*

. *Especificación de las prescripciones ambientales sobre los problemas derivados de la ordenación productiva*

. *Prescripciones de control para conseguir vigilar con regularidad y seguridad, e informar consecuentemente, sobre los avances en la ejecución del plan.*

. *Especificación de las acciones que deben adoptarse antes de la terminación de un plan para su revisión y para la preparación de un nuevo plan.*

Parte IV Anexos

* *Mapas, incluyendo imágenes de teledetección.*

* *Detalles técnicos de los temas expresados en la Parte I.*

Archivos

* *Archivos completos, por tramos, de las operaciones forestales. Si es posible, los archivos se deben organizar empleando un sistema informatizado de base de datos y debe incluir un GIS.*

3.5.2 Directrices para la planificación de la ordenación forestal

Formulación de un plan de ordenación forestal

Directrices para la formulación y redacción de un plan de ordenación:

. El plan debe elaborarse en conformidad con la política, la legislación y la reglamentación forestal del país.

. El proceso de planificación debe resolver los problemas de ordenación del pasado y debe proporcionar soluciones posibles, positivas y soportables para estos problemas.

. Designación por una sección forestal del gobierno, la compañía titular de una concesión u otro organismo que tenga la responsabilidad de la ordenación, de una persona o grupo de personas que sean responsables de la elaboración del plan. Ésta debe ser la obligación principal de tal persona o grupo de planificación y no debe emprenderse conjuntamente con otras obligaciones.

. Una vez que se inicia la preparación del plan, deben hacerse todos los esfuerzos posibles para continuar el proceso hasta completarlo.

. Resumir la información importante sobre recursos desde el punto de vista de la ordenación. Sólo se debe incluir información que tenga interés directo para el cumplimiento de los objetivos de la ordenación. Hay que ser conservador cuando se está recogiendo por primera vez información sobre los recursos y cuando se sabe que la información es incompleta o de calidad dudosa. En la práctica, las afirmaciones de carácter conservador sobre los recursos tienden a estar más cerca de la dura realidad que las estimaciones optimistas. Los detalles técnicos deben colocarse en un apéndice y no en el texto del plan.

- Reunir los mapas básicos, fotografías aéreas e imágenes satélite y utilizarlos para recopilar los mapas forestales necesarios que sirvan como apoyo gráfico para las necesidades de la ordenación. Subdividir la unidad de ordenación forestal en tramos definidos permanentemente.
- El equipo de planificación debe visitar y adquirir un buen conocimiento visual de todas las partes del bosque, poblados e industrias dependientes.
- Resumir las consecuencias para la ordenación de las características específicas de la información básica que se haya presentado en cada sección de la Parte I del plan; por ejemplo, clima, topografía y problemas sociales. El resumen debe ser una exposición sucinta de los problemas decisivos que según se espera van a influir en la ordenación del bosque. La evaluación de las consecuencias para la ordenación de cada característica específica de la información básica, constituye un eslabón entre los objetivos y las prescripciones del plan.
- El plan no debe ser más largo de lo necesario para presentar la información pertinente: la meta, los objetivos, que preferentemente no deben ser más de cinco y las prescripciones de apoyo que se refieren a dichos objetivos.
- Una o varias personas pueden contribuir a la redacción de los diferentes capítulos del plan pero sólo una debe tener la responsabilidad de la coordinación y el montaje final.
- Conviene evitar la definición y especificación de demasiadas prioridades de acción. Sólo debe haber una prioridad sobre un tema determinado.
- Los planes deben ser soportables y deben servir para la ejecución de presupuestos realistas; no es prudente prescribir una acción si es poco probable poder financiar su ejecución.
- Los planes deben incluir la previsión de su revisión con intervalos previamente determinados.
- Los planes deben incorporar la ejecución de las instrucciones, directrices y normas técnicas del departamento forestal.

- Los requisitos de vigilancia e información deben expresarse en forma de prescripciones. Un plan no debe aprobarse sin haber incluido los requisitos de vigilancia e información.
- En la formulación de un plan y en su ejecución se debe fomentar un diálogo frecuente con todas las personas interesadas.
- El plan debe tener un estilo ameno "agradable para el usuario" y fácilmente comprensible para todos aquéllos que lo van a usar en la práctica.

Formulación de las prescripciones del plan de ordenación

Se recomiendan las siguientes directrices para la formulación de las prescripciones del plan de ordenación:

- Las prescripciones deben escribirse de forma concisa, específicas para el tema de que se trate y referirse a los objetivos concretos de la ordenación. No deben ser vagas o ambiguas.
- Las prescripciones no deben ser demasiado largas o demasiado técnicas. Si son largas o demasiado técnicas suelen ser mal interpretadas o simplemente ignoradas. Hay que incluir únicamente material que sea directamente apropiado para ayudar al cumplimiento de los objetivos de la ordenación forestal.
- Las prescripciones deben ser cuantificables, o fáciles de vigilar, de tal modo que se pueda informar periódicamente sobre su progreso.
- Aunque debe reconocerse la necesidad de unas prescripciones escritas con precisión, hay que reconocer también que puede haber ocasiones en que es conveniente otorgar a un ordenador cierta capacidad de decisión sobre la ejecución de una prescripción si las condiciones locales o el sentido común indican la conveniencia de un cierto grado de flexibilidad. Las pérdidas de bosque debidas a incendios, las adquisiciones o pérdidas de superficie forestal, los cambios en la definición de los recursos forestales o los cambios en los intereses de la comunidad por el bosque son casos de acontecimientos imprevistos que pueden influir en el desarrollo de un plan de ordenación.

En el Anexo 5 se incluyen ejemplos de texto de prescripciones de un plan de ordenación.

Aprobación del plan de ordenación

Los requisitos básicos para obtener la aprobación de un plan de ordenación forestal son los siguientes:

- Una vez terminado, se debe preparar un resumen del plan de ordenación en el que se expongan sus principales características, incluyendo la meta, los objetivos, la corta admisible o posibilidad y su localización, las características operativas del sistema selvícola, la participación de la comunidad y las medidas de protección forestal.
- Las características principales del plan se deben explicar y discutir con personal de rango superior en una presentación oral.
- El plan debe presentarse en la oficina del funcionario responsable de su aprobación, acompañado de una carta de presentación.
- Los planes elaborados para bosques de terrenos privados deben ser aprobados por la autoridad forestal del gobierno con el fin de conseguir que la calidad del plan sea aceptable, para fortalecer los fundamentos de la política forestal nacional y conseguir la protección de los derechos de terceros.

3.6 Planificación de los aprovechamientos

La planificación de los aprovechamientos sirve como fundamento equilibrado y completo para que los procedimientos de aprovechamiento sostenible permitan conciliar un buen control técnico durante los aprovechamientos, con la necesidad de reducir sus costes. Los planes de aprovechamiento son de dos tipos: estratégicos y tácticos, y ambos son parte integral del proceso de planificación de la ordenación forestal. Un mapa y un plan por escrito son los componentes básicos para la planificación, tanto estratégica como táctica de los aprovechamientos.

3.6.1 Procedimientos recomendados para la planificación estratégica de los aprovechamientos

Un **Plan estratégico de aprovechamientos** explica por qué, dónde, cuándo y qué tipo de aprovechamientos se proponen. La planificación estratégica de los aprovechamientos no puede emprenderse sin considerar los problemas que afectan de modo más amplio a la ordenación del bosque. Es este plan una parte integrante del plan de ordenación forestal, elaborado por el equipo de planificación, y nunca debe ser un plan independiente de aquél. La planificación estratégica de los aprovechamientos debe contar con un buen conocimiento de:

- La superficie de bosque que ha sido zonificada para madera, bambú y otros objetivos de producción; debe excluir todas las áreas zonificadas como bosque protegido o de protección y para fines de colonización, incluyendo también las zonas de amortiguación.
- Las cortas anuales o periódicas para la producción de madera.
- El sistema o sistemas selvícolas a aplicar.

El mapa, o los mapas, del plan estratégico de aprovechamientos, a escala 1:10.000 a 1:20.000, deben mostrar las siguientes características que deberán distinguirse también en el plan de ordenación forestal aprobado:

- Tipos de bosque, topografía, infraestructura existente y programada.
- Terreno de bosque que ha de protegerse para la conservación de cuencas o de la biodiversidad o por razones de desarrollo comunitario.
- Áreas en que se proponen los aprovechamientos, divididas en áreas de corta anual que pueden definirse convenientemente en el terreno.
- Áreas donde existan problemas importantes como derrumbe de rocas, cruce de ríos o zonas pantanosas que deben salvarse cuando se desarrolla un sistema de transporte o al realizar los trabajos forestales.
- Áreas del territorio para usos no forestales.

- Emplazamientos de comunidades o poblaciones indígenas que podrían verse afectados por las operaciones de aprovechamiento o transporte.

Un plan estratégico de aprovechamientos debe describir brevemente los temas expuestos en el mapa del plan de aprovechamientos e incluir los temas siguientes:

- El sistema selvícola a aplicar y los motivos.
- Una explicación sobre cómo se espera que los aprovechamientos logren los objetivos selvícolas, especialmente sus efectos sobre la masa futura y en qué medida se espera conseguirlo.
- Una breve descripción de las clases de equipos de aprovechamiento a utilizar en las áreas específicas de corta y por qué se seleccionan.
- Un resumen tabulado, derivado de un inventario forestal general, de las especies, volúmenes y clases de dimensión de las trozas que se espera cortar en cada tramo.
- Un programa que muestre el año en que se aprovechará cada área de corta.
- Un resumen de las áreas con problemas especiales, representadas en el mapa del plan estratégico de aprovechamientos, como cruces de ríos y áreas de difícil trazado de caminos, con notas sobre cómo resolver estos problemas.
- Información referente al sistema de transporte forestal como los requisitos de los proyectos de caminos para diferentes condiciones topográficas (fondos de valle, divisorias y laderas), cruces de cursos de agua y especificaciones del proyecto de estructuras de desagüe.
- Necesidades anuales de mano de obra para aprovechamientos y caminos.
- Medios de alojamiento, atención sanitaria, seguridad y distracción de la mano de obra.
- Coste estimado del aprovechamiento en cada área de corta y mantenimiento anual del sistema de transporte.

3.6.2 Procedimientos recomendados para la planificación táctica de los aprovechamientos

Un **Plan Táctico de aprovechamientos** es un plan a corto plazo, elaborado por un equipo directamente responsable de la supervisión de las operaciones

de aprovechamiento, que explica cómo y quién realizará los trabajos y cuándo se ejecutará la corta en cada área de corta anual. Debe enlazarse, a través del **Plan anual de operaciones**, con el plan de ordenación forestal aprobado y no debe ser un informe independiente de planificación. Un Plan Táctico de Aprovechamientos se formula para una parte operativa de un año, por ejemplo, la estación seca. Puede aplicarse a una sola área de corta o a un grupo de áreas de cortas separadas. En la planificación táctica de los aprovechamientos se incluyen los siguientes pasos fundamentales:

- Se debe realizar un inventario previo al aprovechamiento a fin de identificar las especies arbóreas, estimar el tamaño y volumen de los árboles existentes y su posición en el área de corta. El inventario previo al aprovechamiento se debe extender a la totalidad del área en que se propone el aprovechamiento. En el caso de aprovechamiento selectivo o entresaca, los árboles a cortar se deben identificar, marcar y numerar.
- Durante el inventario forestal previo al aprovechamiento se debe realizar un estudio topográfico, ya sea en el terreno, o utilizando imágenes de teledetección a fin de obtener información para la elaboración de la cartografía.
- Utilizando la información del estudio de campo, debe dibujarse un mapa topográfico detallado a escala entre 1:10.000 y 1:2.000 en el que se representen todas las características topográficas que influirán en la explotación maderera y los límites del área a aprovechar. Las fajas de protección de márgenes de cursos de agua, las zonas científicas, de fauna silvestre y de carácter cultural y cualquier otro tipo de reservas especiales, especificadas en un plan de ordenación, deben representarse cartográficamente. Debe elaborarse cartografía con curvas de nivel, ya sea mediante métodos de dibujo manual o con la utilización de tecnología de GIS. Según la experiencia de muchas empresas que están manejando bosques tropicales, la inversión en cartografía de buena calidad puede llevar a la reducción de los costes de aprovechamiento, de construcción de caminos y de otras infraestructuras.
- Un área de corta se debe dividir en unidades administrativas, denominadas **unidades de corta**, que puedan identificarse en el

terreno y utilizarse para controlar una operación de aprovechamiento. Una unidad de corta se debe limitar a un solo método de extracción porque los sistemas de cable, tractor, animales de tiro y helicóptero tienen cada uno características diferentes.

. Los requisitos específicos de la planificación son:
  - La planificación táctica de los aprovechamientos debe basarse en las prescripciones de aprovechamiento establecidas en el plan de ordenación forestal. Hay que especificar el volumen o el número (o ambos) de árboles a extraer por hectárea y el número de árboles semilleros que se deben dejar por hectárea.
  - Un plan de corta y extracción de trozas debe comprender una parte del plan de aprovechamientos y debe emprenderse utilizando el mapa topográfico y de situación de árboles. También se puede generar utilizando imágenes GIS verticales y oblícuas. El plan lo deben preparar conjuntamente los planificadores forestales y los responsables de la explotación maderera y debe ser práctico y realista. Hay que representar la situación de los cargaderos, pistas de arrastre (si se va a utilizar arrastre terrestre), trazados de los cables (si se van a utilizar sistemas de extracción por cable), caminos de transporte y caminos secundarios. Cuando sea posible, debe indicarse el apeo direccional.

. Hay que especificar el equipo de aprovechamiento y formular un programa general de operaciones, utilizando tasas de producción reales o estimadas. Pueden ser necesarios estudios del trabajo para determinar tasas de producción adecuadas.

. Se debe preparar un programa de aprovechamientos estableciendo la época apropiada en las diferentes áreas de corta. Debe ser flexible y fácil de modificar cuando sea necesario. Por ejemplo, debe prever el comienzo de la estación lluviosa, las condiciones de estación húmeda irregular, fuertes tormentas, problemas de trazado de caminos, protección de animales específicos amenazados durante el período de cría, las condiciones de peligro de incendios (e incendios naturales) y las caídas periódicas de semilla abundante.

- La preparación de un programa de aprovechamientos debe elaborarse, cuando proceda, en consulta con las comunidades locales que puedan verse afectadas por los aprovechamientos. Hay que tener en cuenta el aprovechamiento de PFNM y la dependencia respecto a ellos de las comunidades locales para su subsistencia, empleo y generación de ingresos. La recolección de ratán, frutos, resinas y plantas medicinales constituyen ejemplos a este respecto.
- Hay que obtener y enumerar todos los tipos de requisitos legales, como los derechos de paso o los permisos específicos de la autoridad local respecto al trazado de caminos, permisos fluviales o de aviación (para explotación maderera con helicóptero).

3.7 Documentación complementaria

Alder, D. 1992. *Simple Methods for Calculating Minimum Diameter and Sustainable Yield in Mixed Tropical Forest* in "Wise Management of Tropical Forests". Oxford Forestry Institute, University of Oxford.

Alder, D. 1995. *Growth Modelling for Mixed Tropical Forests.* Tropical Forestry Paper No. 30, Oxford Forestry Institute, University of Oxford.

Armitage, Ian P. 1997. *Practical Steps Contributing to Sustainable Tropical Forest Management for Wood Production With Special Reference to Asia.* Special Paper to XIth World Forestry Congress, Antalya, Turkey.

Brasnett, N. V. 1953. *Planned Management of Forests.* Allen & Unwin, London.

Davis, K. P. 1966. *Forest Management.* Second Ed. McGraw-Hill Inc., USA.

Dickinson, M. B., Dickinson, J. C. & Putz, F. E. 1996. *Natural Forest Management as a Conservation Tool in the Tropics: divergent views on possibilities and alternatives.* Commonwealth Forestry Review. Vol. 75 (4), Oxford Forestry Institute, Oxford.

FAO. 1977. *Planning Forest Roads and Harvesting Systems.* Forestry Paper No. 2, Rome.

FAO. 1984. *Intensive Multiple-Use Forest Management in Kerala.* Forestry Paper No. 53, Rome.

FAO. 1989. *Management of Tropical Moist Forests in Africa.* Forestry Paper No. 88, Rome.

FAO. 1989. *Review of Forest Management Systems of Tropical Asia.* Forestry Paper No. 89, Rome.

FAO. 1993. *Management and Conservation of Closed Forests in Tropical America.* Forestry Paper No. 101, Rome.

FAO. 1993. *Common Forest Resource Management - an annotated bibliography of Asia, Africa and Latin America.* Community Forestry Note No. 11, Rome.

FAO. 1994. *Mangrove Forest Management Guidelines.* Forestry Paper No. 117, Rome.

FAO. 1995. *Planning for Sustainable Use of Land Resources: towards a new approach.* Land and Water Bulletin No. 2, Rome.

FAO. 1996. *FAO Model Code of Forest Harvesting Practice.* Rome.

FAO. 1996. *Planning For Forest Use and Conservation: Guidelines for Improvement.* A "Working Paper". Rome.

Ford-Robertson, F. C. (Ed). 1971. *Terminology of Forest Science, Technology Practice and Products: Multilingual Forestry Terminology Series No. 1.* Society of American Foresters, Washington, D.C.

Johnston, D. R., Grayson, A.J. Bradley, R. T. 1965. *Forest Planning.* Faber & Faber, London.

Leuschner, William A. 1984. *Introduction To Forest Resource Management.* Virginia Polytechnic Institute & State University. John Wiley & Sons.

Ong, R. and Kleine, M. 1995. *DIPSIM: an Empirical Individual-tree Growth Simulation Model.* FRC Research Paper No. 2, Forest Research Centre, Forest Dept, Sabah, Malaysia.

Vanclay, J. K. 1989. *A Growth Model for North Queensland Rainforests.* Forest Ecology and Management, Vol. 27 (3-4).

Vanclay, J. K. 1989. *Modelling Selection Harvesting in Tropical Rain Forests.* Journal of Tropical Forest Science Vol. 1 (3).

Vanclay, J. K. 1991. *Review: Data Requirements for Developing Growth Models for Moist Tropical Forests.* Commonwealth Forestry Review. Vol. 70 (4), No. 224.

Vanclay, J. K. 1992. *Species Richness and Productive Forest Management.* In "Wise Management of Tropical Forests", Proceedings of the Oxford Conference on Tropical Forests, OFI, University of Oxford.

PARTE III: EJECUCIÓN

Índice **Página**

DIRECTRICES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OPERACIONES DE ORDENACIÓN FORESTAL

1 Ejecución de los planes de ordenación forestal

Ni el proceso de planificación, por sí mismo, ni la aprobación de los planes, conducirían necesariamente a la ejecución acertada de éstos. La ejecución efectiva depende de un buen nivel de conocimientos y de aceptación por parte de los oficiales del gobierno, los ordenadores forestales, los trabajadores forestales, los responsables de la maquinaria, las comunidades rurales y aquellos otros que participarán en las tareas de la ejecución. También requiere, y no es lo menos importante:

* Un compromiso firme de asignación de fondos, personal y otros recursos para la duración del plan que permita el cumplimiento de las prescripciones.
* Una organización de estructura apropiada y la designación de personal que tenga conocimientos y experiencia adecuados para puestos específicos y bien definidos que son importantes para la ejecución del plan.
* Formación, para conseguir que las personas designadas en todos los puestos estén al día en cuanto a procedimientos, técnicas y prácticas.
* El compromiso de vigilar con regularidad el desarrollo de la ejecución del plan y de corregir los programas anuales cuando sea necesario.

2 Ejecución de las operaciones de aprovechamiento

Se recomiendan las siguientes directrices para la ejecución de las operaciones de aprovechamiento. Ya se ha hecho referencia al *Código Modelo de la FAO sobre Sistemas de Aprovechamiento* en lo que se refiere a los principios y a algunos aspectos de la práctica de los aprovechamientos forestales. Se recomienda a los lectores acudir a dicho código en cuanto a exposiciones detalladas sobre ingeniería de caminos forestales, corta, extracción, operaciones de carga y transporte y sobre personal para los aprovechamientos forestales.

2.1 *Caminos forestales*

Los caminos forestales representan un aspecto importante de la ordenación de los bosques tropicales debido a su elevado coste y a los impactos ambientales negativos que pueden ocasionarse en cuanto a la erosión del suelo y a la sedimentación de los cursos de agua. Si no están reglamentados, los caminos forestales sirven de acceso a la población, ocasionando daños al bosque a través de la agricultura de corta y quema. Los caminos deben proyectarlos y construirlos ingenieros que comprendan la necesidad de reducir al mínimo la perturbación del suelo, mantener un drenaje apropiado y evitar en lo posible los cruces de los cursos de agua. Los caminos de los bosques tropicales suelen clasificarse en dos grupos: caminos de transporte y caminos de saca.

* *Caminos de transporte (o arteriales):* Constituyen la red mediante la cual se transportan los aprovechamientos realizados, desde los cargaderos hasta una industria o un punto intermedio de embarque, como una balsa de trozas o un patio de transbordo. Los caminos de transporte son permanentes, deben tener un firme para circulación en todo tiempo y suficientemente anchos para permitir el cruce seguro de dos vehículos. Se utilizan también para otros fines de la ordenación como protección y selvicultura.
* *Caminos de saca (o secundarios):* Los caminos de saca están situados en un área de corta y constituyen los extremos exteriores de la red de caminos de transporte. Sirven de acceso al área de corta de los trabajadores y la maquinaria y reducen las distancias de arrastre y de transporte en autocargador. Los caminos de saca suelen ser sólo temporales y se abandonan después de la explotación maderera.

Los principios de la ingeniería de caminos forestales que deben considerarse son:

* Los caminos deben proporcionar un acceso cómodo y barato, para el transporte de trozas y deben beneficiar también a las comunidades forestales.

* El acceso a los caminos construidos a través de terrenos de bosque cuyos objetivos de ordenación sean la conservación de las cuencas hidrográficas y la biodiversidad, la protección de la fauna silvestre o el paisaje, o la conservación de valores culturales o religiosos, debe estar estrictamente reglamentado.
* La longitud total de los caminos, las pendientes y curvas deben reducirse al mínimo con el fin de reducir el potencial erosivo de los caminos, reducir la deforestación innecesaria y disminuir los costes de construcción y mantenimiento de caminos. La densidad de caminos dependerá del tipo de bosque, la topografía, el coste de su construcción y mantenimiento y el coste de extracción de las trozas. En general, debido al volumen normalmente reducido de trozas aprovechables por hectárea en bosques tropicales ordenados por entresaca, la densidad óptima de los caminos es inferior a la que corresponde cuando se practican las cortas rasas.
* La densidad de los caminos de saca en relación con la distancia de arrastre obedece a la siguiente fórmula:

$$D = \frac{e}{a}$$

donde: D = densidad de caminos de saca en km./ha
e = factor de eficacia de los caminos, usualmente entre 5 y 9;
4 - 5 para terrenos llanos,
5 - 7 para terrenos montuosos,
7 - 9 para terrenos escarpados,
9 ó más para terrenos muy inclinados y abruptos
a = distancia media de arrastre en metros

* Esta relación se puede utilizar para calcular la distancia media de arrastre cuando se conoce la densidad de caminos o para calcular la densidad de los caminos cuando se conoce la distancia media de arrastre. Los detalles sobre el espaciamiento óptimo de los caminos de saca y las relaciones entre la densidad de caminos y la distancia de arrastre se explican con ejemplos en

el Anexo 4. Aunque hay que demostrar sentido común en el empleo de la relación entre la densidad de caminos y la distancia de arrastre, resulta útil como orientación de trabajo.

* La construcción de caminos debe ser consecuente con unos buenos métodos de diseño y mantenimiento, para reducir al mínimo las áreas de caminos y cargaderos, aunque aclarando adecuadamente los bordes de los caminos para que se puedan secar rápidamente después de unas lluvias intensas.
* La erosión del suelo derivada de la construcción de caminos y el mantenimiento de éstos debe reducirse al mínimo, disminuyendo con ello la sedimentación en los cursos de agua y los daños a los ecosistemas correspondientes. Conviene reducir al mínimo los desmontes y terraplenes y utilizar métodos naturales de drenaje al proyectar los caminos.
* Los caminos y los cargaderos deben estar alejados de los cursos de agua y de las fajas de amortiguación (protección) de los cursos de agua. Cuando sea necesario cruzar una corriente, la estructura de cruce debe proyectarse sobre la base de un estudio en el terreno. Hay que reducir al mínimo la perturbación de los cursos de agua durante la construcción.
* Cuando se utilizan alcantarillas como desagües transversales o para cruzar los arroyos, su tamaño y espaciamiento se deben determinar teniendo en cuenta la intensidad local de las lluvias y las tasas de escorrentía.
* Cuando sea factible, los caminos sólo se deben construir en condiciones de estación seca y se les deja asentar durante la siguiente estación lluviosa. Hay que dejar que se sequen completamente antes de utilizarlos con maquinaria pesada.
* Cuando sea posible, se deben evitar las zonas de suelos húmedos y con alto riesgo de erosión; los caminos son costosos de construir y mantener en tales áreas.
* Como norma general, la anchura media de un camino forestal debe limitarse al mínimo que permita realizar el transporte de trozas con eficacia y seguridad. Esto reducirá la pérdida de bosque y el potencial de erosión del suelo. Como orientación, la anchura máxima a despejar no debe ser mayor de 10 metros para

los caminos principales ni mayor de 8 metros para los caminos secundarios.

* Las pendientes de los caminos deben reducirse al mínimo posible, de acuerdo con la necesidad de dar un acceso adecuado al bosque. Se recomiendan pendientes máximas del 8 al 12 por ciento, excepto en tramos cortos en que se necesiten pendientes mayores para dar acceso a un terreno más elevado. Como orientación se recomienda una pendiente del 5 al 8 por ciento para caminos principales y secundarios. En el Anexo 8 se incluyen fórmulas para la transformación de pendientes, en porcentajes, grados y gradientes.
* Cuando sea posible, hay que evitar mezclar curvas horizontales y verticales durante la planificación del trazado del camino y su construcción.
* Es necesario un buen mantenimiento de la superficie de los caminos, los desagües laterales y las alcantarillas para proteger los caminos y que puedan seguir siendo utilizables para la selvicultura posterior a los aprovechamientos y para futuros aprovechamientos de trozas.
* Los caminos de saca que no se espera utilizar de nuevo hasta el próximo ciclo de corta, pueden cerrarse para evitar su utilización por las comunidades locales o de otra clase. El cierre de los caminos se puede lograr escarificando la superficie y plantando arbustos y herbáceas.

2.2 Formación

Todos los organismos participantes en la ordenación y en el aprovechamiento de trozas deben adoptar y llevar a la práctica medidas para una formación eficaz de las brigadas de explotación maderera. La finalidad es aumentar y mantener las capacidades profesionales, el rendimiento en el trabajo y la calidad del trabajo de los obreros, y desarrollar y mantener una concienciación sobre los problemas sociales y ambientales. En su forma más simple la formación puede ser una "orientación en el trabajo" sobre los sistemas adecuados de explotación, proporcionada por personal supervisor. También es conveniente que los obreros asistan a cursos prácticos sobre

sistemas de seguridad en los aprovechamientos Éstos se deben repetir anualmente.

Se recomiendan las siguientes directrices generales sobre formación:

* Todo el personal de campo que participe en la extracción de trozas que requiera maquinaria pesada y cargas suspendidas, debe ser capacitado en cuanto a la necesidad de la seguridad en el trabajo y en cuanto al trabajo cooperativo en equipos. La formación debe incluir la necesidad de conocer el papel de cada persona en el equipo y su tarea y la necesidad de aplicar unos buenos métodos de trabajo.
* El personal de campo y de aviación que participe en la extracción de trozas con helicóptero debe ser entrenado en la seguridad en el trabajo que incluye el empleo de medios aéreos y cargas suspendidas, la comunicación por radio entre el personal y la necesidad de aplicar unos buenos métodos de trabajo.
* La formación sobre prevención y lucha contra incendios debe ser obligatoria en todos los niveles de organización, de tal modo, que todo el personal, incluidas las comunidades rurales, conozca su papel en el caso de un incendio forestal. Esta formación se debe realizar en forma de cursos cortos y ejercicios de formación práctica. El personal que no haya recibido formación no debe estar autorizado a luchar contra los incendios forestales. El temario debe incluir:

  . La seguridad del personal y los equipos, incluyendo el uso de vestimenta de seguridad contra incendios,

  . El empleo de tractores, bombas y mangueras y otros equipos,

  . Métodos de comunicación en líneas de cortafuegos,

  . Ejercicios prácticos simulados de seguridad contra incendios, para comprobar que las medidas institucionales, el

conocimiento del personal y los equipos son capaces de hacer frente a la emergencia de un incendio forestal.

2.3 Operaciones de aprovechamiento

Tratamiento previo a la corta

A medida que avanza la construcción de caminos por delante de la corta, puede ser necesario emprender un tratamiento previo dentro del área a cortar. Este tratamiento incluye el corte de los tallos de grandes plantas trepadoras que tengan sus tallos, ramas y follaje en la cubierta del bosque. La finalidad es causar la muerte de las trepadoras, dejando que los tallos se pudran de tal modo que se rompan durante el apeo. Si no se hace así, pueden ocasionarse accidentes durante el apeo y daños a los árboles porque se pueden romper ramas de los árboles remanentes. Las directrices generales del tratamiento previo a la corta son las siguientes:

* *Corta de trepadoras:* Las trepadoras que se entrecruzan por las copas de los árboles a aprovechar o que van a influir en la caída de un árbol, se deben cortar uno o dos años antes de la corta de madera. Dependiendo del sistema selvícola, la corta de trepadoras puede combinarse con el aforo. Lo puede realizar una pequeña brigada de dos o tres personas que trabajan sistemáticamente por el bosque donde se han encontrado trepadoras durante el inventario previo al aprovechamiento. Los tallos de las trepadoras se cortan cerca del terreno utilizando un cuchillo de monte, un hacha o una motosierra.
* *Ratán:* Los tallos de ratán los puede cortar y extraer en condiciones comerciales el titular de la concesión, si resulta pertinente. En otro caso, puede ofrecerse la extracción o contratarla con las comunidades locales.

Corta

La corta incluye todas las actividades realizadas para apear y preparar los árboles para su extracción, incluyendo el apeo del árbol en pie, la medición para determinar la mejor longitud de las trozas, la extracción de ramas y el tronzado para la formación de las trozas.

En la corta se deben aplicar los siguientes principios, sistemas y normas:

* Los terrenos de bosque y los árboles que no aparecen en un plan de aprovechamientos o que, en otro caso, están marcados como árboles que no hay que cortar, **no se deben cortar** y el operario responsable del apeo debe conocer tal disposición.
* Las operaciones deben ser seguras para los trabajadores y otras personas que estén en sus proximidades. Es fundamental una buena supervisión de los trabajadores y su buen estado sanitario. Deben llevar equipo de seguridad apropiado. Las motosierras y los demás equipos se deben mantener adecuadamente.
* La corta debe realizarla personal que haya sido entrenado en el uso correcto de las motosierras y los equipos de seguridad, como la vestimenta protectora y, esté preparado para interpretar los rótulos y marcas de los árboles que indican cuáles se deben apear y cuáles no.
* Las motosierras o sierras tronzadoras se deben utilizar para el apeo y el tronzado de formación de trozas. No se deben emplear hachas debido al desperdicio de madera que se produce. Debe aplicarse el apeo direccional para reducir los daños a los árboles remanentes, brinzales mayores y menores, especialmente los que se espera se conviertan en árboles a aprovechar en el futuro.
* Sólo se deben cortar los árboles que se han marcado y numerado para aprovechar, en el tocón y a la altura del pecho. Las brigadas de corta deben estar entrenadas para reconocer los árboles marcados para aprovechar y deben ser supervisadas convenientemente para conseguir que sólo se corten estos árboles. Las etiquetas del aforo o inventario previo al aprovechamiento deben permanecer en los tocones, para la

vigilancia posterior al aprovechamiento. Los árboles que estén marcados como árboles semilleros no deben cortarse ni dañarse durante las operaciones de apeo. Deben hacerse comprobaciones en los cargaderos de trozas y en la comprobación posterior al aprovechamiento con el fin de vigilar si se han cortado árboles reservados.

* La identidad de todos los árboles medidos y marcados para su aprovechamiento (durante el aforo) debe mantenerse cuando se forman las trozas. Se recomiendan las siguientes directrices:

  . El que hace el apeo debe llevar una copia del mapa de aforo en el que se representa la situación y los números de los árboles a cortar.

  . Una vez apeado el árbol, debe quitar la marca de aforo del lado del árbol caído que se ha cortado y sujetarla fuertemente (con un clavo de cabeza plana) en el extremo más grueso del tronco.

  . La parte duplicada de la marca la debe quitar el que ha apeado el árbol como registro de cada uno de los que haya cortado.

  . La parte duplicada de cada marca debe entregársela al supervisor de la brigada de aprovechamiento al final de cada día para su utilización posterior en la evaluación del aprovechamiento del área de corta. El supervisor de la brigada de aprovechamiento debe mantener un registro con los números de los árboles cortados cada día. Éste es un requisito práctico de la vigilancia para conseguir que sólo se corten en realidad los árboles marcados para cortar (los "obligatorios").

* Las directrices prácticas para el apeo direccional son las siguientes:

  . Las brigadas de corta deben estar entrenadas para seleccionar con cuidado la dirección del apeo. En terrenos llanos o ligeramente inclinados el árbol a cortar se debe apear hacia la pista de arrastre o cable o fuera de ellos, dependiendo de la experiencia local, de la topografía y del sistema de explotación maderera que se esté empleando.

El apeo direccional simplifica la extracción de las trozas y reduce notablemente los daños al bosque y los costes totales de explotación.

. Los árboles no se deben apear directamente hacia abajo en laderas inclinadas, a menos que la inclinación sea tan fuerte que el apeo direccional sea incapaz de tirar el árbol en otra dirección. El apeo transversal o siguiendo una curva de nivel reduce el impulso del árbol apeado y causa el mínimo de roturas y daños a los árboles próximos.

. Cuando sea posible, los árboles se deben apear en dirección a los huecos de la cubierta de copas y al costado de las pistas de arrastre, para reducir los daños al bosque.

. Es conveniente dirigir la caída de un árbol hacia la copa de los árboles apeados anteriormente. Esto reduce tanto el daño por impacto como el daño al bosque circundante.

. Los árboles que sean demasiado difíciles o peligrosos o cuya caída ocasione demasiados daños a la vegetación circundante, no deben cortarse.

. Lo mismo se aplica a las especies arbóreas raras que se encuentren en escaso número en el área a aprovechar.

. La evaluación y decisión final sobre si se apea o no un árbol determinado debe hacerla siempre el responsable de cortarlo.

* El apeo de los árboles debe ocasionar el mínimo daño a los suelos y a los cursos de agua. Los árboles no se deben apear a través de los cursos de agua que carezcan de una faja de protección del cauce, con el fin de reducir al mínimo los daños al curso de agua, a las márgenes y a la vegetación. Deberán observarse las normas nacionales o locales concernientes a la conservación de riberas.

* Las operaciones deben lograr el máximo volumen de madera utilizable provechosamente de cada árbol apeado y el máximo valor de las trozas que puedan prepararse para su extracción. Las brigadas de corta deben estar capacitadas para seguir unos sistemas apropiados de preparación de trozas. Se debe medir todo el árbol antes de tronzarlo y las longitudes de las trozas se

deben determinar de acuerdo con los requisitos del mercado o de la industria.

* La formación de trozas que incluye la corta de ramas debe tener lugar dentro del bosque a fin de que los nutrientes del follaje puedan quedar dentro del ecosistema forestal. Las ramas no se deben extraer del bosque. Este sistema reduce también los daños al suelo y a la vegetación remanente.
* Deben imponerse sanciones a las brigadas de corta por sistemas de trabajo descuidados que ocasionen cortas o daños de árboles de aprovechamiento futuro o de los reservados como árboles semilleros. Las disposiciones en materia de penalización deben incluirse en los contratos de ordenación que son específicos de la situación local. Es necesaria una vigilancia frecuente de los trabajos con el fin de detectar los daños de corta e identificar a los que los causaron.

Extracción

La elección del método de extracción y la selección del equipo dependerán de la topografía, los suelos y el clima, el tamaño de los árboles, su número y volumen, el sistema selvícola que se esté aplicando como base para la ordenación sostenible de un bosque y de la economía de la operación específica de ordenación y aprovechamiento. Las directrices siguientes para la extracción de trozas utilizando diferentes sistemas de saca se deben adaptar y aplicar a la situación forestal local:

- La seguridad de todo el personal que participe en la extracción de trozas debe ser la primera consideración de la explotación maderera. Es necesaria una buena formación de las brigadas de explotación para reducir al mínimo los accidentes.
- Los daños al arbolado residual, al resto de la vegetación y a los suelos y cursos de agua deben ser mínimos. Hay que elegir un sistema de extracción de trozas que reduzca al mínimo la compactación del suelo y su perturbación y que reduzca también al mínimo la escorrentía del agua y la erosión del suelo.
- Una planificación bien meditada y completa de los aprovechamientos, unida a un sistema de control de los trabajos, permitirá conseguir que el

plan se siga y adapte a las necesidades, en respuesta a las condiciones cambiantes.

- Entrega en cargadero o a borde del camino de todas las trozas preparadas para la extracción, sin pérdida de la identidad del árbol y sin pérdida importante de volumen o deterioro de calidad.
- Conseguir y mantener una productividad elevada en el uso del personal y los equipos.
- Conseguir la máxima producción de madera durante la extracción. Dos medidas eficaces son:

    - La extracción de "residuos forestales" como fuente adicional de ingresos, especialmente para las comunidades dependientes del bosque,
    - La reducción al mínimo de los desechos de explotación teniendo cuidado en la corta, la medición de los árboles y la formación de las trozas.

La extracción debe ser supervisada de forma permanente y atenta para conseguir que la seguridad y todos los aspectos técnicos del plan de aprovechamientos se sigan tal como se propusieron. Además, hay que supervisar el arrastre con animales para evitar que se abuse de ellos.

- *Extracción mediante arrastre sobre el terreno:*

. *Tractores de arrastre con ruedas:* Los tractores de arrastre con ruedas son el principal medio de extracción de trozas en los bosques tropicales ordenados sosteniblemente. Estos tractores son preferibles a los tractores de cadenas para la extracción terrestre de las trozas, porque sus ruedas de goma, su facilidad de maniobra dentro del bosque y la elevación por encima del terreno de los extremos gruesos de las trozas permiten reducir al mínimo los daños al suelo y al arbolado. Los tractores de arrastre están diseñados específicamente para la extracción de trozas y son más apropiados para el aprovechamiento que los tractores de cadenas. Deben llevar un cabrestante mecánico. Los neumáticos de alta flotación o con ruedas dobles montados sobre los tractores de arrastre con ruedas,

aumentan la anchura efectiva de las cubiertas cuando están en contacto con el suelo, distribuyendo de este modo el peso de la máquina y su carga sobre una superficie mayor, lo que reduce la presión sobre el suelo y la compactación de éste y su perturbación.

. *Tractores arrastradores de orugas:* Los arrastradores de orugas son preferibles a los arrastradores de ruedas y a los arrastradores de cadenas, especialmente para la extracción de trozas de dimensión pequeña a mediana en suelos forestales que se compactan con facilidad, porque ocasionan un daño mínimo al arbolado residual y al suelo. Los arrastradores de cadenas tienen la capacidad de trasladar la carga hacia delante sobre la máquina, para distribuir mejor el peso sobre las orugas. La reducida presión sobre el terreno origina una perturbación relativamente pequeña del suelo y del sotobosque lo cual es una característica importante para la protección de los brinzales mayores y menores y para la conservación del suelo.

. *Tractores de cadenas:* Los tractores de cadenas se suelen emplear para el arrastre y también para la construcción y mantenimiento de caminos. Tienen la ventaja de su eficacia para la extracción de trozas procedentes de laderas inclinadas, si se utilizan adecuadamente, incluso aunque estén equipados sólo con un cabrestante de un tambor. A pesar de los daños que pueden ocasionarse a los suelos, al arbolado residual, a los latizales, o a los brinzales mayores y menores, por un uso abusivo, es probable que los tractores de cadenas continúen siendo importantes para la extracción de trozas en terrenos inclinados y con fuertes precipitaciones. Se necesita una capacitación eficaz de los operarios y una supervisión cuidadosa.

. *Tamaño y potencia de los tractores de arrastre:* Hay que elegir tractores de arrastre de tamaño y potencia apropiados para una operación específica. La anchura de la hoja debe estar entre dos y tres metros. Las máquinas deben contar con un cabrestante mecánico, con 50 metros como mínimo de cable y un arco que levante los extremos gruesos de las trozas por encima del terreno. Estas características ayudan a reducir al mínimo los daños al arbolado residual, a la vegetación del sotobosque y al suelo.

Pendientes empinadas: Hay que evitar las pendientes empinadas en las operaciones de arrastre terrestre. Como norma general, la pendiente máxima deber ser alrededor del 30 por ciento excepto para cortas distancias (inferiores a 100 metros). El arrastre sobre el terreno en laderas empinadas aumenta mucho la perturbación del suelo y la erosión, reduce la eficacia de la operación y ocasiona una rápida depreciación de los tractores. Los extremos gruesos de las trozas deben estar siempre elevados sobre el terreno durante el arrastre. Las laderas más empinadas se deben explotar mediante sistemas aéreos o con cable que ocasionan daños físicos ambientales muy inferiores.

Pistas de arrastre: Para la extracción de trozas siempre debe emplearse un sistema cuidadosamente proyectado y supervisado de pistas de arrastre. Se recomiendan las siguientes directrices:

- Las rutas de las pistas de arrastre y su densidad se deben indicar en el plan de aprovechamientos y marcar con banderolas dentro del bosque. Su finalidad es que la extracción de trozas ocasione los mínimos daños posibles a la vegetación residual. La marcación de las rutas de las pistas de arrastre puede ayudar a la brigada de corta a alinear los árboles a lo largo de las pistas de arrastre. Este sistema reduce los daños de apeo y los costes de extracción.
- Las pistas de arrastre deben ser lo más rectas posible para reducir al mínimo los daños al suelo y a la vegetación. Hay que evitar las curvas cerradas con el fin de proteger los árboles y plantas menores que crecen en las proximidades.
- La explanación de las pistas de arrastre utilizando una hoja o pala debe reducirse al mínimo. Es mucho mejor la apertura manual de las pistas de arrastre.
- Los tractores de arrastre deben permanecer **siempre** en una pista de arrastre. Se debe tirar a mano del cable desde el tractor a cada troza a extraer, a fin de evitar la necesidad de que los tractores se salgan de la pista de arrastre. Este sistema reduce al mínimo la perturbación del suelo, su compactación y los daños al arbolado residual, latizales, y

brinzales mayores y menores. Los cables del tractor deben tener como mínimo 50 metros de longitud.

- Las pistas y los tractores de arrastre no deben ser autorizados a entrar en las fajas de protección de las márgenes de los cursos de agua, definidas en el plan de ordenación o en la reglamentación nacional o local. Las pistas y los tractores de arrastre no deben cruzar barrancos o cursos de agua a menos que sea totalmente inevitable. Si no se puede evitar el cruce de un curso de agua, éste debe apoyarse en roca sólida o consistir en una alcantarilla.

. *Arrastre cuesta arriba:* El arrastre cuesta arriba es preferible al arrastre cuesta abajo porque tiende a causar menos daños al suelo y a la vegetación y da lugar también a una escorrentía más dispersa del agua superficial. Las trozas que se arrastran cuesta arriba son más fácilmente controladas aunque el tiro exige más potencia y es más costoso. La elección del arrastre cuesta arriba o cuesta abajo en un plan de aprovechamiento tiene que evaluarse y especificarse en un plan táctico de aprovechamientos teniendo en cuenta las condiciones forestales existentes.

- *Extracción con cable:*

. *Extracción de trozas con cable en bosques montañosos y pantanosos:* La extracción de trozas con cable sólo está justificada en bosques tropicales ordenados sosteniblemente que se encuentran sobre laderas empinadas de gran longitud o en terrenos montañosos, donde el aprovechamiento de trozas está técnica y económicamente justificado y la conservación de las cuencas hidrográficas no se ve amenazada. Este sistema es también apropiado para la extracción de trozas en bosques pantanosos. La extracción con cable puede funcionar conjuntamente con tractores para el aprovechamiento de bosques previamente explotados cuyas existencias de madera son reducidas y variables. Tiene sin embargo la ventaja de que es menos costoso que la explotación maderera con helicóptero.

. *Sistema de cable portante:* Sólo se debe permitir el sistema de aprovechamiento de trozas con cable portante para el

aprovechamiento selectivo de bosques tropicales ordenados sosteniblemente porque es mucho menos perjudicial para la estructura del bosque que el sistema de cable aéreo. No se debe permitir el sistema de cable aéreo. En el Estudio de Caso 7 se presenta un resumen de diversos aspectos de los estudios realizados en Malasia sobre explotación maderera con cable portante.

- *Extracción de trozas con animales de tiro:*

. *Arrastre de trozas con animales:* Los animales de tiro –específicamente los búfalos de agua y los elefantes- son eficaces para la extracción de trozas de tamaño pequeño a mediano en terrenos llanos o ligeramente montuosos. El arrastre con animales ocasiona relativamente poca compactación y perturbación del suelo y daños mínimos a los árboles residuales y a las plantas pequeñas.

. *Planificación:*

- Las distancias de extracción deben ser cortas, no más de 200 metros y preferiblemente cuesta abajo.
- Dependiendo del tipo de animal que se utilice, se recomienda una pendiente máxima del 20 al 30 por ciento para el arrastre cuesta abajo y del 10 al 15 por ciento para el arrastre cuesta arriba.
- Dependiendo de las condiciones climáticas, la topografía y el tamaño de las trozas, es posible que los animales no sean capaces de trabajar todos los días y puedan necesitar jornadas de trabajo relativamente cortas, de no más de cuatro horas. Es conveniente contar con animales de reserva (del 10 al 30 por ciento) con el fin de mantener la continuidad de la producción de trozas.

. *Preparación del terreno:* Se deben trazar las sendas de arrastre y cortar la vegetación del sotobosque para facilitar el acceso de los animales. La vegetación del sotobosque debe cortarse manualmente a ras del suelo y dejar limpia la senda. Los tocones y trozas viejas, que puedan ser un obstáculo o un peligro para los animales, deben cortarse a ras del suelo o extraerse. Las piedras se deben apartar del sendero.

Estudio de Caso 7: Resumen de los resultados de los estudios de explotación maderera con cable portante en Malasia

A. Resultados de un estudio de perturbación del suelo después del aprovechamiento con cable portante

Clase de perturbación del suelo	**Superficie (%)**	
Sin perturbación	97,6	
Perturbación de la capa de humus	1,1	
Capa superior del suelo descubierta	0,7	
Subsuelo descubierto	0,4	
Subsuelo fuertemente perturbado	0,2	100%

B. Costes del arrastre con cable con tres sistemas operativos de cable portante
(basados en un volumen medio aprovechable de 40 m³/ha en un espacio de 10 ha)

Precio del sistema (RM)	544.000	806.000	628.000
Días de trabajo/año	250	250	250
HFM/año	900	850	900
Producción/HFM (m³)	8,0	8,0	7,6
Coste de mano de obra (RM/hora)	9,6	11,4	11,4
Litros diesel/HFM	5	10	5
Interés (12% anual)	36,1	56,9	44,3
Seguros (1% del precio)	6,0	9,5	7,4
Reparaciones	56,8	108,2	74,0
Combustible y aceite	3,9	7,8	3,9
Coste de mano de obra	128,0	187,0	176,0
Coste total /HFM	331,4	524,2	428,6
Coste total /m³	41,4	65,5	56,4

Nota: HFM = Horas funcionamiento maquinaria
Fuente: Proyecto Germano-Malasio de Ordenación Forestal Sostenible

. *Sistemas de trabajo:*

- Las palas y bandejas de arrastre pueden aumentar la productividad del arrastre con animales al reducirse el rozamiento de las trozas con el suelo debiendo utilizarse, si es posible.
- La corta debe coordinarse con el arrastre, avanzando ambas operaciones conjuntamente hacia el cargadero de trozas. Este sistema de trabajo hace caminar a los animales sobre

sendas de arrastre despejadas, ayuda a evitar accidentes y aumenta la productividad de la explotación.
- Los animales deben estar bien cuidados en cuanto a forraje, y agua y deben descansar con regularidad.
- Cuando se ha terminado una operación de arrastre, los desagües transversales deben cortarse a lo largo de las sendas de arrastre para desviar el agua de la superficie del suelo al bosque adyacente, reduciendo con ello la erosión del suelo.

Extracción con helicóptero:

Fundamentos: La extracción de trozas con helicóptero está justificada en bosques tropicales sujetos a ordenación sostenible, en cuatro situaciones:
- cuando los bosques se encuentran en terrenos accidentados, cerca de zonas de protección de cursos de agua o en terrenos pantanosos en los que el uso de los sistemas de explotación maderera sobre el terreno y la construcción de caminos podrían ocasionar daños inaceptables al suelo, a los cursos de agua o a la estructura del bosque.
- cuando permite una extracción muy económica de las trozas hasta los cargaderos, dado el alto nivel de producción de la extracción aérea, el gran valor de la madera, la escasa densidad de los caminos, los costes de su construcción y mantenimiento, la falta de pistas de arrastre y el coste real mínimo de corregir los daños ocasionados por el arrastre terrestre.
- cuando las trozas son inaccesibles para su extracción sobre el terreno, como por una garganta o por una pendiente larga y empinada.
- cuando se desea limitar la entrada de agricultores "de corta y quema" a un bosque en que la presión social para el uso de la tierra con una agricultura insostenible representa un riesgo para la protección y ordenación del bosque.

. *Planificación:* La extracción de trozas con helicóptero tiene que ser cuidadosamente planificada y debe incluir el trabajo en equipo de forestales y personal de aprovechamiento y de manejo de helicópteros. Un plan de aprovechamientos debe permitir cierta flexibilidad para poder realizar ajustes en el caso de que las condiciones de trabajo sean rápidamente cambiantes. La planificación debe estar integrada cuidadosamente con la explotación maderera sobre el terreno, cuando existen beneficios económicos, ambientales o de gestión que permiten acoplar el uso de ambos sistemas.

Estudio de Caso 8: Empleo de elefantes para la explotación maderera en Sri Lanka

El elefante ha sido utilizado desde antiguo en Sri Lanka para la explotación maderera, antes de que se introdujera la explotación mecanizada. A medida que se ha acumulado experiencia, se ha llegado a reconocer que el elefante es muy eficaz para la explotación maderera tanto por su coste como por su delicadeza ambiental. Es en este contexto de la ordenación ambiental de los bosques en el que se han determinado las siguientes ventajas del empleo de elefantes:

. *En las condiciones forestales, el elefante tiene la ventaja de trabajar en su ambiente natural y está familiarizado con la topografía y los árboles. El elefante es un animal adaptable y esta característica es una ventaja cuando se emplea para la explotación madera.*

. *Un elefante trabaja entre el lugar en que se encuentran los tocones y el cargadero, utilizando una senda de alrededor de un metro de anchura, lo que ocasiona menos pérdida y perturbación del bosque que en el caso de un tractor.*

. *La inversión inicial en un elefante entrenado estaba en 1991 entre 10.000 $EUA y 15.000 $EUA, en comparación con los 150.000 $EUA o más en un tractor. El coste medio de funcionamiento mensual de un elefante es del orden de 520 $EUA, en comparación con 795 $EUA en el caso de un tractor de arrastre.*

. *La necesidad de moneda extranjera para la compra y funcionamiento de un elefante es cero, sin embargo es considerable para la compra de un tractor, su repuestos y combustible.*

. *El empleo de elefantes supone beneficios socioeconómicos para las comunidades rurales al proporcionar empleo y suministro de alimentos para los elefantes. Los elefantes utilizados para la explotación maderera son más lentos y menos eficientes que la maquinaria, lo que se traduce en una menor productividad, pero ocasionan menos daños al ecosistema forestal.*

Identificación y marcación de trozas

Se recomiendan las siguientes normas para la identificación y marcación de trozas:

- La identidad de los árboles que han sido aforados y marcados para su aprovechamiento se debe mantener hasta la formación de trozas y su entrega, por lo menos hasta el cargadero.
- Los encargados de cargar las trozas deben asegurarse de que las marcas del aforo se sujeten firmemente en el extremo más grueso de la primera troza y que se pinten marcas secundarias en el extremo más grueso de las trozas situadas por encima, cortadas del mismo árbol. Los conductores del arrastrador o tractor deben quitar con una cortadora cada una de las marcas del aforo que están sujetas en el extremo inferior de la troza y llevarlas consigo durante la extracción de las trozas hasta el cargadero. Todas las marcas se deben entregar en mano al personal encargado de la medición de las trozas en el cargadero. En el caso de extracción con helicóptero, el responsable de cargar debe avisar al personal de medición de trozas sobre la identidad de éstas utilizando una radio de comunicación de doble dirección, a medida que se traslada cada carga al cargadero.
- Las marcas de las trozas, pintadas en sus extremos, deben basarse en la marca o etiqueta del árbol. Las marcas del aforo deben devolverse a un forestal de planificación para emplearla en la evaluación del aprovechamiento del área de corta. El forestal de planificación debe juntar las marcas duplicadas de los árboles, recogidas por el responsable de la corta, con las que lleve el conductor del arrastrador o tractor, como parte del sistema de vigilancia del aprovechamiento.

Estudio de Caso 9: Experiencia de explotación maderera con helicóptero en bosques tropicales

En 1996 la OIMT publicó un artículo en su boletín, Tropical Forest Update, (Vol. 6, 3) sobre la explotación maderera con helicóptero en bosques tropicales. Este estudio de caso resume las principales ventajas e inconvenientes técnicos y para la ordenación, de la explotación maderera con helicóptero en relación con otros sistemas:

Ventajas:

- *Se cortan menos árboles y menores volúmenes por hectárea y no hay arrastradores sobre el terreno lo que reduce los daños a los árboles cercanos,*
- *no se expone la superficie del suelo en el área de explotación debido a la ausencia de pistas de arrastre o vías de paso de cables,*
- *el uso combinado de helicóptero y tractor puede reducir aproximadamente a la mitad la densidad de caminos, en comparación con los métodos convencionales de tractor,*
- *reducción de los daños ambientales y acceso limitado al bosque de los intrusos,*
- *teniendo en cuenta que la explotación maderera con helicóptero es costosa, sólo se extraen trozas de gran calidad, reduciendo el tamaño de los huecos de la cubierta de copas y ocasionando menos trastornos a la estructura forestal,*
- *hay un aumento insignificante de la turbidez de los cursos de agua en comparación con los métodos convencionales debido a los factores ya enumerados; la calidad de la cuenca hidrográfica es superior,*
- *pueden extraerse trozas que, en otro caso, serían inaccesibles debido a la dificultad del terreno y también aquéllas procedentes de áreas ambientalmente sensibles donde no son convenientes los sistemas terrestres y de cable o su utilización no es posible,*
- *los helicópteros trabajan durante el día y se mantienen de noche; la productividad es elevada,*
- *en un estudio realizado en bosques mezclados de dipterocarpos de montaña, los helicópteros extrajeron entre 13 y 15 veces más volumen por día que un tractor; la tasa de producción es elevada,*
- *el tiempo entre el apeo y la entrega a borde de camino es corto, con lo que las trozas pueden venderse a mayor precio por su frescura y mejor calidad.*

Inconvenientes:

- *aumenta la presión para la extracción de trozas de reservas naturales remotas y de otras áreas de gran sensibilidad ambiental,*
- *las densidades muy reducidas de caminos pueden incrementar los costes futuros de las actividades de ordenación en el terreno,*
- *si los requisitos de regeneración de las especies de gran valor, que son extraídas mediante helicóptero, no se ajustan a los pequeños huecos abiertos en la cubierta de copas, puede disminuir su abundancia con el tiempo,*
- *se necesita mano de obra altamente calificada, en lugar de mano de obra local de escasa especialización,*
- *la vigilancia eficaz de las operaciones puede verse dificultada por el hecho de que la explotación maderera con helicóptero puede tener lugar en sitios inaccesibles,*
- *la explotación maderera con helicóptero tiene una tasa relativamente elevada de accidentes; es necesario prestar una gran atención a la seguridad.*

Sanciones por daños forestales ocasionados durante la extracción de trozas

Deben imponerse sanciones a las brigadas de extracción por aplicar procedimientos de trabajo descuidados que causan daños al arbolado residual durante la extracción, especialmente a los árboles identificados y marcados como árboles de aprovechamiento futuro, o reservados como árboles semilleros, y a la regeneración natural. Todo organismo forestal debe adoptar medidas de penalización específicas para la situación local existente. Es necesaria una vigilancia frecuente para poder detectar los daños de extracción e identificar a los causantes. El pago de una bonificación debe considerase también cuando se ha terminado un trabajo de buena calidad.

2.4 Operaciones en cargadero

Hay que aplicar los siguientes sistemas para el proyecto, construcción y trabajo eficaz de los cargaderos para el recorte, clasificación y carga de trozas:

- ***Seguridad:*** La seguridad de todo el personal es la consideración primordial en la dirección de las operaciones en cargadero, debiendo salvaguardarse la seguridad y protección de todo el personal y equipos que trabajan en un cargadero o en sus proximidades. Es imprescindible una capacitación eficaz de las brigadas de explotación maderera para reducir al mínimo los accidentes.
- ***Localización y número de cargaderos:*** Cuando sea posible, los cargaderos deben situarse en terreno ligeramente inclinado. Con frecuencia se sigue un gradiente próximo al 2 por ciento. Los cargaderos hay que situarlos fuera de los cursos de agua para reducir al mínimo la escorrentía. El número de cargaderos debe reducirse al mínimo para disminuir la pérdida de superficie productiva y reducir al mínimo los costes.
- ***Tamaño de los cargaderos:*** Los cargaderos deben ser tan pequeños como sea posible, teniendo en cuenta la necesidad de almacenar y clasificar las trozas, y el giro y carga de los vehículos.

- Cuando se manejan grandes trozas y se utiliza un cargador de brazo articulado, los cargaderos pueden reducirse a 20 m x 25 m (500 m^2).
- Los helicópteros y los sistemas de extracción con cable exigen cargaderos mayores.

  Un área normal de cargadero para estos sistemas es del orden de 40 m x 30 m (1.200 m^2).
- Cuando no se necesitan cargaderos, las trozas se pueden apilar temporalmente a los lados de los caminos y cargarlas desde allí a los camiones. Esto reduce la pérdida de bosque, la escorrentía y los costes de las operaciones en cargadero. El empleo de cargadores de brazo articulado o de camiones autocargadores permite cargar directamente las trozas desde los caminos.

. ***Manipulación de trozas de calidad:*** Todas las trozas se deben llevar a un cargadero y transbordarlas al sistema de transporte sin perder su identidad y sin una pérdida importante de volumen o deterioro de calidad.

. ***Protección de la estación contra el vertido de carburantes y lubrificantes:*** Hay que tener cuidado para evitar el vertido de carburantes y lubrificantes al repostar y al mantener la maquinaria. El área de recarga de combustible se debe situar fuera de los cursos de agua y deben construirse caballones de tierra para contener cualquier vertido.

. ***Restauración de la estación:*** Cuando ya no se necesiten los cargaderos, se deben limpiar de desechos, incluyendo latas de aceite y piezas de maquinaria, el suelo compactado se debe labrar en profundidad y plantarlo utilizando plantas producidas en vivero. Las especies arbóreas elegidas deben comprender las que son ecológicamente dominantes en el lugar y se espera que sean comercialmente importantes como parte de la próxima masa principal.

2.5 *Medición de las trozas*

Todas las trozas se deben medir, o cubicar, en los cargaderos a fin de calcular su volumen. La medición de la producción de trozas en relación con una meta de producción prescrita en un plan de ordenación forestal, se basa en la medición constante y cuidadosa de las longitudes y diámetros de las trozas para deducir sus volúmenes, lo que constituye un indicador fundamental de la ordenación sostenible del bosque.

Hay una variedad de métodos de medición utilizados para calcular el volumen de las trozas. La elección debe basarse en el valor y dimensión de las trozas, la escala del aprovechamiento, la precisión requerida, o como una parte estipulada de un acuerdo de venta o administración. Cualquiera que sea el sistema de medición utilizado, debe ser aceptable para el comprador y el vendedor de la madera. Se recomiendan los siguientes sistemas y normas para las operaciones de medición en bosques tropicales que incluyan grandes trozas:

- ***Responsabilidad:*** El propietario del bosque, como vendedor de los productos forestales, debe ser responsable de la medición de la producción de trozas. Este método es preferible a otros porque el propietario puede mantener un control seguro sobre el procedimiento de medición. En la práctica, el propietario no siempre puede disponer de personal e instalaciones de apoyo que le permitan realizar una medición continuada. Cuando se da esta situación, como sucede en muchas grandes concesiones forestales, la responsabilidad de la cubicación debe delegarse, como condición de la licencia o contrato de concesión, en el titular de la concesión, sujeto, sin embargo, a la medición de comprobación por parte del propietario del bosque.
- ***Sistemas de medición:*** Las siguientes directrices pueden adaptarse a las condiciones locales existentes, para la medición de las trozas:
  - La identidad de las trozas se debe pintar en los dos extremos de cada una de ellas y debe coincidir con el número del árbol de la marca de aforo y con el código de la especie. La identidad de la troza, registrada con un número código, debe coincidir con el

número del árbol, tomado de la marca de aforo. El código de la especie también debe coincidir.

- La longitud de la troza se supone que es igual a la de su eje y se mide a lo largo de su superficie utilizando una cinta métrica de maderero con metros y decímetros. La cinta se debe mantener paralela al eje. Hay que medir la longitud total de la troza, sin dejar márgenes para recortar. Todo recorte de los extremos de las trozas lo debe pagar el comprador y no el vendedor. Esta característica se debe exponer claramente en el acuerdo de compra-venta.
- El diámetro de la troza utilizado para el cálculo del volumen es el diámetro en la mitad de su longitud, medido con corteza, utilizando una cinta diamétrica o un calibrador en el punto medio a partir de los extremos de la troza. Cualquier resto que haya sobre la troza, como barro o corteza suelta, se debe eliminar del punto en que se mide el diámetro y la cinta se debe mantener formando ángulo recto con el eje de la troza. Los diámetros de las circunferencias, medidos con el uso de una cinta, se deben registrar en centímetros y milímetros. Hay que deducir un margen de corteza, o sea el doble del espesor medio de la corteza. Los márgenes de corteza se deben determinar mediante estudios independientes para cada especie o grupo de especies. El diámetro resultante sin corteza se redondea normalmente hasta la próxima clase diamétrica par. En el Cuadro 14 se exponen dos ejemplos:

Cuadro 14: Aplicación del margen de espesor de corteza

	Ejemplo 1	Ejemplo 2
Especie	*A*	*B*
Diámetro (con corteza) en la mitad de la longitud	93,6 cm	81,8 cm
Margen a deducir de corteza	3,0 cm	4,0 cm
	90,6 cm	77,8 cm
Redondeado al próximo centímetro par	90 cm	78 cm

- Las mediciones de las trozas se deben contrastar con el número de la troza.
- Los volúmenes de las trozas se deben calcular utilizando una tabla de volúmenes basada en los volúmenes de los cilindros calculados utilizando la fórmula de *Huber*, definida del modo siguiente:

$$V = d^2 \, l \, (\pi / 4)$$

En la práctica, la fórmula se puede simplificar sustituyendo $\pi/4$ por *0,785398*; la fórmula de Huber se convierte entonces en:

$$V = d^2 l \,.\, 0{,}785398$$

donde: V = volumen de la troza en metros cúbicos,
d = diámetro sin corteza de la troza en la mitad de su longitud, en cm.
l = longitud de la troza, en metros

También se mide el diámetro de la sección transversal en la mitad de la longitud de la troza, como media de los diámetros en los extremos mayor y menor sin corteza. Este es el sistema en algunas zonas de África.

Cuando se requieren volúmenes exactos de las trozas, se puede emplear una tabla de volúmenes de trozas basada en la medición de las trozas en secciones. Esto permite calcular los volúmenes de las trozas a partir de las mediciones de su longitud y del diámetro medio del extremo menor de las trozas. Se calcula una tabla de volúmenes a partir de una población representativa de trozas que comprenda la variedad de longitudes y diámetros de las trozas de una especie o de grupos de especies que se estén produciendo en un lugar específico. Los volúmenes de trozas empleados para construir una tabla de volúmenes se calculan utilizando la fórmula de *Smalian*. Ésta se aplica a cada sección de la troza a partir de mediciones sin corteza en el extremo

inferior, a 1,5 m, 3 m, 6 m, y así sucesivamente, desde el extremo más grueso hasta llegar a la punta de la troza. La fórmula de *Smalian* es la siguiente:

$$V = (d^2 + D^2)\, l_s\, 0{,}3927$$

donde,	d^2	=	diámetro en el extremo menor (sin corteza)
	D^2	=	diámetro en el extremo mayor (sin corteza)
	l_s	=	longitud de la troza l_s
	$\pi/8$	=	0,3927
	V	=	volumen de la troza

. *Medición de comprobación:* Una característica esencial del sistema de medición es la **medición de comprobación** de los trabajos del equipo responsable. La debe realizar preferentemente un equipo de dos personas dirigido por un forestal de planificación o una persona cualificada que esté supervisada directamente por un forestal. La medición de comprobación debe realizarse de forma regular pero en momentos elegidos al azar. Debe ser un aspecto rutinario de la vigilancia del sistema de medición de trozas.

Cuando una unidad de ordenación forestal esté a cargo de la compañía titular de la concesión o de una ONG en nombre de los propietarios tradicionales, el equipo de comprobación de la medición debe incluir personal supervisor de la compañía o de la ONG. Los oficiales forestales del gobierno deben dirigir comprobaciones independientes sobre la calidad de la medición, en el caso de que los terrenos forestales sean de propiedad estatal. La medición de comprobación debe incluir la vigilancia de los tres aspectos siguientes del proceso de medición:

- Sistemas de marcación y numeración de trozas, que aseguren que la identidad de cada troza se pinta claramente en sus dos extremos.
- Que la identidad de las trozas coincida con el número correspondiente del árbol, tomado de la marca de aforo.

- Medición de la longitud y diámetro de las trozas y márgenes de pudrición.

El alcance de la medición de comprobación dependerá de los límites de confianza impuestos por una autoridad forestal o establecidos por la dirección de la compañía o cooperativa de la concesión. Como orientación no debe haber más de +/- 1% de diferencia en los volúmenes calculados, entre el informe de medición y la medición de comprobación para el mismo lote de trozas. Los datos de la medición de comprobación se deben procesar del mismo modo que los datos de la medición principal para poder hacer comparaciones válidas. Habrá que examinar y discutir con el jefe del equipo de medición las razones de la existencia de diferencias constantes entre la medición de comprobación y la medición propiamente dicha, con el fin de eliminar las diferencias.

2.6 Operaciones de transporte

Aunque el transporte de trozas no influye en la ordenación de los bosques tropicales, puede tener un impacto negativo sobre el ambiente forestal y sobre las operaciones comerciales de una empresa. Por esta razón, se incluyen también directrices sobre las operaciones de transporte de trozas. La finalidad debe ser la entrega de las trozas de forma segura en un punto de destino sin una pérdida importante de volumen y sin impactos negativos sobre el ambiente forestal. En las operaciones de transporte de trozas de bosques tropicales se deben aplicar los siguientes sistemas y normas:

. *Seguridad:* Para reducir los accidentes al mínimo es necesaria una buena formación de los conductores sobre la carga de trozas, incluyendo la sujeción de las cargas, el cuidado y mantenimiento diario de los vehículos y una conducción prudente.
  - Los camiones nunca se deben cargar en exceso y la carga hay que distribuirla de forma equilibrada.
  - Las cargas se deben asegurar con ataduras que tengan capacidad suficiente para evitar la caída de las trozas desde el camión si se produce un movimiento de la carga durante el transporte.

- En los caminos que utilicen los camiones madereros hay que colocar señales de peligro especialmente en las entradas de los camiones a los caminos principales.

. *Mantenimiento de caminos:*

- Los caminos que se utilicen para el transporte de trozas pesadas se deben mantener adecuadamente con el fin de reducir al mínimo la erosión del firme y los bordes de la carretera y para la seguridad de todos los usuarios de los caminos. La necesidad de engravar y apisonar adecuadamente se debe programar y realizar como un tema de administración práctica de los caminos donde se utilicen con regularidad camiones madereros.
- Los caminos no se deben utilizar, especialmente con camiones cargados, después de lluvias intensas cuando exista el riesgo de ocasionar daños importantes al firme. Aunque las condiciones locales pueden ser muy variables, con frecuencia es aconsejable dejar que se seque la superficie del camino durante varias horas antes de utilizarlo de nuevo para el transporte de trozas. Un período de espera para dejar que se sequen reducirá con frecuencia notablemente los daños a los caminos. Los caminos de tierra no se deben utilizar en períodos de fuertes lluvias.

. *Recarga de combustible:* Se aplican las mismas normas que para la recarga de combustible de los equipos de explotación maderera.

2.7 Evaluación de los aprovechamientos

Una **evaluación de aprovechamientos** es una comprobación sistemática realizada en el campo durante los aprovechamientos o después de ellos para determinar en qué grado las operaciones han seguido o están siguiendo el plan de aprovechamientos y se ha cumplido con sus objetivos. Es un aspecto fundamental de la vigilancia de los resultados operativos realizada por un ordenador forestal. La evaluación de los aprovechamientos da información sobre la calidad de las operaciones, incluyendo los volúmenes cortados y la situación del bosque después de su aprovechamiento. Puede realizarse

mientras se está ejecutando una operación (*evaluación sobre la marcha*) o después de haberla terminado (*evaluación tras el aprovechamiento*). En la evaluación de los aprovechamientos forestales deben aplicarse las siguientes directrices:

- *Personal cualificado:* Las evaluaciones las debe realizar personal cualificado de planificación y supervisión, en presencia del personal que sea directamente responsable de las actividades de aprovechamiento.
- *Objetivos:* Hay que evaluar en qué medida los resultados de las operaciones han cumplido con los objetivos de un plan táctico de aprovechamiento, examinando para ello los aspectos claves del plan.
- *Evaluación "sobre la marcha":* Una evaluación "sobre la marcha" debe vigilar los aspectos referentes a los resultados de los aprovechamientos que es necesario comprobar con frecuencia. Debe ser una actividad permanente o semipermanente. Los temas específicos que hay que comprobar son:
  - Que el trazado y las normas seguidas en los caminos, cargaderos y pistas de arrastre sean comparables a los especificados en el plan táctico de aprovechamiento. La utilización de equipos GPS puede ayudar a la comprobación del trazado de los caminos.
  - Que el aprovechamiento incluye únicamente los árboles que han sido aforados y marcados para cortar y que el arbolado residual permanece y no tiene daños. Comprobar que los árboles marcados "para no cortar" no han sido apeados, dañados o destruidos. En caso contrario, determinar si es precisa alguna acción disciplinaria y la imposición de las correspondientes sanciones a los responsables. Comprobar si se han dejado árboles que se debían haber cortado.
  - Que las áreas protegidas, como las fajas de protección o amortiguación de los cursos de agua y los lugares de importancia cultural, siguen sin perturbar.
  - Que el apeo direccional, el tronzado y la elaboración de trozas se han ajustado a los requisitos establecidos.

- Que se han extraído y transportado todas las trozas de los cargaderos. Asegurarse de que no se han dejado trozas.
- Que los equipos y los sistemas de trabajo están de acuerdo con los requisitos locales de seguridad.
- Que la perturbación del suelo se mantiene en el mínimo.
- Que el combustible, el aceite y otros posibles contaminantes están envasados eficazmente y que cualquier vertido ha sido adecuadamente eliminado.
- Si se han cerrado los caminos, según lo especificado.
- La eficacia del apeo direccional para evitar los daños al arbolado residual.

Hay que considerar la aplicación de sanciones a las brigadas de aprovechamiento cuando se observen constantemente unos malos sistemas de trabajo.

. *"Evaluación posterior al aprovechamiento":* Esta *evaluación* debe vigilar a continuación de la operación los aspectos referentes a los resultados del aprovechamiento. No es necesario realizarla inmediatamente sino transcurrido tiempo suficiente para que resulten evidentes los impactos ambientales ocasionados por el aprovechamiento. Esto puede realizarse entre seis meses y un año después de haber terminado el aprovechamiento. Son temas específicos a comprobar los siguientes:

- El grado de supervivencia de los árboles dañados, especialmente los árboles marcados como "padres".
- Comparación del trazado y normas de los caminos, cargaderos y pistas de arrastre con las especificaciones del plan de aprovechamientos.
- Extensión y efectos a largo plazo de la perturbación del suelo ocasionada por la extracción de trozas y determinación de las acciones correctoras, si son necesarias. ¿Qué acciones correctoras se precisan?
- Si las áreas protegidas, como las fajas de protección de márgenes de los cursos de agua, han seguido sin perturbar,
- Si los cargaderos se han limpiado de restos de explotaci[illegible] *maderera y elementos mecánicos, y en caso necesario,*

se han drenado para evitar el encharcado. Comprobar también si es necesario labrar con profundidad los cargaderos para la plantación de brinzales de vivero.
- Evaluar si se ha eliminado convenientemente el aceite y otros contaminantes y qué acciones correctoras se precisan.

. *Informe:* Los resultados de las operaciones de aprovechamiento se deben informar por escrito a las autoridades correspondientes y a las brigadas de explotación maderera que realizaron los trabajos. Cuando proceda, el informe debe incluir recomendaciones sobre acciones correctoras, pagos financieros al personal por los trabajos que cumplen los criterios de cumplimiento especificados y sanciones por su mal cumplimiento. Deben determinarse cuestiones en cuanto a criterios específicos de resultados, premios y sanciones por parte del organismo de ordenación y en relación con las condiciones locales existentes.

3 Ejecución de las operaciones posteriores al aprovechamiento

3.1 Protección del bosque

La ordenación forestal sostenible no se puede lograr si no hay un compromiso y unas acciones firmes para proteger eficazmente una unidad de ordenación forestal. Las políticas y la legislación que establecen un patrimonio forestal permanente, facilitan una tenencia forestal segura, la definición y el mantenimiento permanente de los límites del bosque, una capacidad operativa para proteger los bosques contra los incendios y la cooperación con las comunidades forestales, todo ello contribuye a lograr una protección forestal eficaz. Las directrices que siguen deben adaptarse a las condiciones forestales locales.

Guardas forestales

Los guardas forestales tienen un papel fundamental para vigilar los límites del bosque, los caminos y pistas y el interior de los tramos forestales para observar y vigilar si tienen lugar operaciones no autorizadas.

- Los guardas deben trabajar en íntima relación con las brigadas de aprovechamiento, inventario y selvicultura que operan también en una unidad de ordenación forestal.
- Los guardas deben estar capacitados para el desempeño de sus obligaciones incluyendo las relaciones públicas y la lucha contra incendios. Si es posible, deben tener experiençia anterior en materia de seguridad. Son fundamentales unos uniformes distintivos para que los guardas sean identificados fácilmente cuando estén de vigilancia en el bosque.

Prevención y lucha contra incendios

Hay que organizar y mantener una capacidad eficaz en condiciones de operación inmediata para poder dar siempre una respuesta rápida y eficaz a las emergencias que se presenten de incendios forestales.

- *Plan de incendios:* Cuando exista la posibilidad de que se produzcan incendios forestales, habrá que elaborar un plan de prevención y lucha contra incendios para una unidad de ordenación forestal o partes específicas de ella, como uno de los requisitos del plan de ordenación forestal. Después de su aprobación, el plan de extinción de incendios debe incorporarse y formar parte del plan de ordenación general. En un plan de incendios se deben exponer claramente las acciones a adoptar por parte del personal directivo y los trabajadores, si se produce un incendio accidental, incluyendo la utilización del equipo disponible, la dotación necesaria de personal con anticipación a la aparición de un incendio y la limpieza y vigilancia eficientes de un área de incendio para evitar su reaparición. Todo plan de incendios debe especificar lo siguiente:
  - Las líneas de mando, control y comunicación entre todo el personal. Se debe nombrar un oficial superior de control de incendios (un jefe de incendios), responsable ante un jefe forestal, para una unidad de ordenación forestal. El jefe de incendios debe ser un oficial permanente que tenga responsabilidades del control de incendios como parte de

sus obligaciones que incluirán también la producción de madera.

- Definición del área a proteger sobre un mapa topográfico a escala 1:50.000. Varias copias del mapa de control de incendios deben estar a disposición del personal de trabajo para ayudarles en materia de comunicación. En él se deben representar también:
  * Las rutas de acceso a caminos y pistas para vehículos y los puntos de aterrizaje para la aviación.
  * Situación de los puntos de agua existentes y propuestas para la construcción de otros nuevos.
- Mapa de clases de vegetación en cuanto a riesgo de incendios, identificando "niveles de riesgo" para cada zona extensa de vegetación.
- Una exposición sobre los recursos de equipos y especificaciones para la obtención de nuevos equipos de control de incendios.
- Un programa de relaciones públicas, educación y publicidad dirigido a fortalecer la conciencia pública sobre la necesidad de protección de los bosques contra los incendios.

Comunicaciones: Hay que adoptar medidas que permitan el trabajo eficaz de una organización de control de incendios contando con radio y teléfonos para ayudar a evitar los incendios y a su extinción rápida. Los sistemas de teléfonos y radios portátiles son valiosos también para la comunicación general relacionada con las demás operaciones de ordenación forestal.

Sistema de clasificación del riesgo de incendios: Se deberá elaborar un sistema de clasificación del riesgo de incendios que sea adecuado para las condiciones físicas de una provincia o una unidad de ordenación forestal. Los niveles de riesgo de incendios presentan niveles definidos de peligro, por ejemplo bajo, moderado o alto y son útiles para explicar los problemas de los incendios forestales a las comunidades locales, a otros sectores del público en general y para poner en situación de alerta al personal.

- *Registros:* Hay que establecer y mantener un registro y mapas de apoyo a cargo de un ordenador forestal, en el que se anote la situación, fecha, razones, áreas y tipos de vegetación perdida o dañada por incendios forestales.

3.2 Participación de las comunidades forestales en la protección forestal

Cuando las comunidades forestales tienen una dependencia tradicional respecto del bosque tropical que se está ordenando para la producción de madera, es muy importante su participación en el proceso general de ordenación para lograr una protección forestal efectiva. Es fundamental el diálogo entre los representantes de las comunidades locales y los ordenadores forestales para lograr un entendimiento de las preocupaciones e intereses respectivos de cada parte, en base al cual puedan desarrollarse los fundamentos de la protección forestal. Las directrices siguientes pueden adaptarse a las condiciones locales existentes para la protección de una unidad de ordenación forestal:

- *Sensibilidad:* Las consultas con las comunidades forestales tienen que se positivas, constructivas y tratadas con sensibilidad y cuidado utilizando tanto los procedimientos de discusión tradicionales como los oficiales.
- *Sencillez:* Las consultas deben ser informales y realizadas en la lengua local y lo más fáciles de entender. Será a través de una discusión informal y frecuente como se podrán determinar y comprender mejor las aspiraciones de la población local, lo que servirá como base firme para unas medidas eficaces de protección forestal.
- *Zonas de amortiguación o protección:* A través de consultas con las comunidades, hay que fomentar el conocimiento y aceptación del uso de zonas de amortiguación como instrumento de ordenación y protección en lugares en que las comunidades forestales interactúan con las operaciones de producción de madera.
  - Las zonas de amortiguación se deben desarrollar en el contexto de planes específicos de ordenación forestal. La finalidad

es alentar las inversiones en agricultura, agroselvicultura y otros sistemas de cultivo perenne y desalentar la utilización de aquellos bosques cuya protección firme es necesaria.

- La definición de las zonas de amortiguación forma parte de una estrategia más amplia para la clasificación de los terrenos forestales en la que se contempla el uso múltiple y la protección de los bosques. Es necesario un horizonte temporal de medio a largo plazo.
- El desarrollo de las zonas de amortiguación puede favorecerse mediante la aplicación en estas zonas del uso del suelo a largo plazo y de derechos condicionales de ordenación.

Cierre de los caminos después del aprovechamiento: Los caminos secundarios que no se espera utilizar de nuevo hasta el próximo aprovechamiento se pueden cerrar para evitar su uso por las comunidades locales. Los sistemas para cerrar los caminos pueden incluir la escarificación de la superficie y la plantación de cultivos de árboles de turno corto, arbustos o herbáceas altas.

Extracción de madera con helicóptero: Los reducidos impactos sobre el suelo y la vegetación forestal que pueden lograrse mediante la extracción maderera con helicóptero, pueden tener un efecto protector sobre el bosque en cuanto a las relaciones de las comunidades, del modo siguiente:

- La baja densidad de los caminos asociada con la extracción de trozas mediante helicóptero, reduce las oportunidades de penetración de intrusos en los bosques y de practicar la agricultura de "corta y quema",
- El aprovechamiento de bajo impacto ocasiona escasos daños a las plantas medicinales, alimenticias y de otro tipo, que tienen valor tradicional para las comunidades locales.

3.3 Operaciones selvícolas posteriores al aprovechamiento

Directrices generales

Las operaciones selvícolas se deben ejecutar de acuerdo con las prescripciones especificadas en el plan de ordenación aprobado para el bosque. El tipo y finalidad de las operaciones de tratamiento a aplicar en cada tramo o subtramo deben determinarse mediante el muestreo de diagnóstico. Las decisiones sobre cuidados culturales pueden basarse también en las conclusiones de los estudios realizados para conseguir un mejor conocimiento de los problemas de ecología forestal que se consideran como barreras para la práctica eficaz de la selvicultura. La responsabilidad de la ejecución de los tratamientos selvícolas debe recaer en el director de las operaciones forestales del organismo forestal, concesión o cooperativa.

Las operaciones que se ejecuten deben formar parte de un sistema selvícola que se ha diseñado para contribuir a lograr los objetivos de ordenación de un bosque. Los tratamientos selvícolas deben aplicarse dentro del año o dos años siguientes al aprovechamiento, antes de que la regeneración haga difícil el movimiento sobre el terreno. Las operaciones específicas de carácter selvícola posteriores al aprovechamiento pueden incluir:

- Plantaciones de enriquecimiento utilizando brinzales producidos en vivero o transplantes del mismo bosque.
- Liberación de malezas, o limpieza del sotobosque para reducir la competencia a los brinzales existentes o a los que puedan establecerse a partir de la semilla caída.
- Corta de liberación de rodales densos de árboles y latizales de especies comerciales y no comerciales.

Directrices para plantaciones de enriquecimiento y liberación de malezas

El objetivo de las **plantaciones de enriquecimiento** y **de la liberación de malezas** es establecer una densidad aceptable de existencias de especies arbóreas comerciales en un bosque fuertemente degradado y demasiado explotado.

* *Planificación*
  . En el plan de ordenación forestal se deben expresar las normas generales para las plantaciones de enriquecimiento.
  . En el plan anual de trabajos se deben establecer propuestas específicas basadas en el muestreo de diagnóstico. Se deben especificar los tramos, la época de plantación y las especies a plantar.
* *Especies a plantar*
  . Las especies se deben elegir a partir de la lista establecida en el plan de ordenación forestal. Hay que dar especial importancia a las especies que comprende el tipo de bosque en que se propone el enriquecimiento y aquéllas que tengan potencial comercial para la producción de madera.
* *Procedimientos forestales*
  . Las líneas o manchas de plantación deben seguir curvas de nivel.
  . Las líneas de plantación deben tener como mínimo 1,5 m de anchura.
  . La vegetación secundaria con diámetro superior a 6 cm., situada dentro de una línea o mancha de plantación, debe ser anillada. La vegetación situada fuera de la línea o mancha de plantación, que vaya a afectar al sitio de plantación se debe anillar también.
  . Generalmente, la mejor época de plantación es la próxima al comienzo de la estación de lluvias.
  . El éxito de la plantación se debe evaluar en el bosque de forma regular, mediante inspección en el campo de los árboles plantados.
  . Hay que realizar una limpia o liberación de malezas a fin de mantener los árboles plantados libres de competencia de la vegetación circundante. La necesidad de la limpia debe determinarse mediante inspección de campo.

Directrices para los tratamientos selvícolas

El objetivo de los tratamientos selvícolas es crear o mantener unas condiciones favorables para el desarrollo de los **árboles potencialmente aprovechables** mediante la extracción de la vegetación competitiva, lo que se

denomina *liberación.* Un APA es una especie que tiene madera de valor comercial que se selecciona de la masa residual después de la explotación y que se cuida para constituir la próxima masa de árboles aprovechables.

* *Criterios de selección de un APA*
  . Un APA debe ser una especie maderera de las clasificadas para el lugar, que se sabe que llega a alcanzar una dimensión aprovechable (más de 50 cm. dap). Desde el punto de vista económico, las especies clasificadas debe definirlas la autoridad forestal y deben exponerse en dos listas: *especies preferentes* y *especies aceptables*. Las *especies protegidas* se deben clasificar independientemente e incluir las raras o amenazadas y los árboles frutales.
  . Deben tener por lo menos 5 cm. dap. Un grupo de árboles pequeños puede ser equivalente a un APA, siempre que el grupo contenga tres o más individuos entre 2 m. de altura y 5 cm. dap. Debe haber más de cinco individuos si tienen menos de 2 m. de altura.
  . Un APA debe tener una copa vigorosa y bien desarrollada.
  . Debe tener un tronco recto y limpio, sin defectos o daños visibles y debe ser un árbol estable sin una inclinación pronunciada.
  . Un árbol en pie en el borde de una ladera inclinada, o un desmonte de carretera o a menos de 20 m. de un curso de agua, no se debe elegir.
  . No debe estar a la sombra de otro árbol elegido APA.

* *Selección entre dos árboles potencialmente aprovechables*
  . Cuando hay que elegir entre dos árboles, se debe seleccionar el más alto y de mayor diámetro.
  . Si los dos APA tienen el mismo tamaño se debe elegir la especie *preferente* frente a la especie *aceptable*. Si ambas son *preferentes* o *aceptables,* se debe elegir el árbol que tenga el fuste más largo. Si ambos son iguales en todos los aspectos, hay que elegir el que tenga espaciamiento más uniforme.
  . Elegir el APA que tenga menos posibilidades de ser dañado por la caída de un árbol anillado.

* *Liberación de un árbol potencialmente aprovechable*

  . Excepto para las especies protegidas, se deberán extraer todos los árboles que compitan directamente por la luz superior con un APA elegido. Los árboles cuya copa quede bastante por debajo de un APA no es necesario cortarlos.

  . Los individuos de especies preferentes o aceptables que sean defectuosos, pueden extraerse. Los individuos de especies colonizadoras pueden extraerse si se considera que compiten con un APA. Los árboles cuyo tronco o ramas puedan estar o estén rozando con un APA, deben extraerse.

No es la finalidad de estas *Directrices* el dar una orientación más específica sobre los aspectos técnicos de la selvicultura que puede aplicarse en la ordenación de los bosques tropicales. Los lectores deben consultar las referencias pertinentes sobre selvicultura, incluidas en la sección siguiente.

Brasnett, N. V. 1953. *Planned Management of Forests.* Allen & Unwin, London.

Davis, K. P. 1966. *Forest Management.* Second Edition. McGraw-Hill Inc., USA.

Dykstra, D. P. & Heinrich, R. 1996. *FAO Model Code of Forest Harvesting Practice.* Rome.

FAO. 1989. *Management of Tropical Moist Forests in Africa.* Forestry Paper No. 88, Rome.

FAO. 1989. *Review of Forest Management Systems of Tropical Asia.* Forestry Paper No. 89, Rome.

FAO. 1993. *Management and Conservation of Closed Forests in Tropical America.* Forestry Paper No. 101, Rome.

FAO. 1995. *Elephants in Logging Operations in Sri Lanka.* Forest Harvesting Case Study No. 5, Rome.

FAO. 1996. *Addressing Natural Resource Conflicts Through Community Forestry.* Community Forestry Unit, Forestry Dept, Rome.

Ford-Robertson, F. C. (Ed). 1971. *Terminology of Forest Science, Technology Practice and Products: Multilingual Forestry Terminology Series No. 1.* Soc. American Foresters, Washington, D.C.

Hutchinson, Ian D. 1991. *Diagnostic Sampling to Orient Silviculture and Management in Natural Tropical Forest.* Commonwealth Forestry Review, Vol. 70 (3), No. 223.

ITTO. 1996. *Helicopter Logging Lifts off in Sarawak.* Tropical Forest Update, Vol. 6, (3).

Johns, A. G. 1997. *Timber Production and Biodiversity Conservation in Tropical Rain Forests*, Cambridge University Press, Cambridge.

Johnston, D. R. Grayson, A.J. Bradley, R. T. 1965. *Forest Planning.* Faber & Faber, London.

GTZ-FD, Peninsula Malaysia. 1995. *Development and Application of Operational Standards for Sustainable Forest Management in Peninsula Malaysia.* Project Doc. No. 6, Kuala Lumpur.

PARTE IV: VIGILANCIA, INFORMACIÓN Y REVISIÓN

Índice **Página**

DIRECTRICES SOBRE VIGILANCIA, INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DE ORDENACIÓN DEL BOSQUE TROPICAL

1 Principios del control de la ordenación

1.1 La ordenación debe responder a las necesidades cambiantes

La ordenación de los recursos del bosque tropical tiene que responder y adaptarse a los conocimientos y necesidades cambiantes. Incluso las medidas más cuidadosamente programadas deben modificarse al ir disponiendo de nueva información, y una buena ordenación requiere el conocimiento anticipado de las necesidades de modificación. A falta de una vigilancia formal y sistemática, puede suceder que un problema no se reconozca hasta que sea demasiado tarde para introducir los cambios oportunos. La vigilancia se refiere a la comparación entre los resultados reales y las metas fijadas. Los fines de la vigilancia, análisis e información sobre los progresos realizados para lograr los objetivos de la ordenación, son los siguientes:

- controlar las operaciones forestales, incluyendo el comportamiento de los contratistas, compañías concesionarias u otros organismos que trabajen en el bosque mediante contrato o autorización;
- determinar los resultados logrados, por defecto o por exceso, a fin de determinar las causas y actuar para rectificar la situación y ajustar, si es necesario, el plan anual de trabajos;
- detectar la ineficacia o el fraude;
- proporcionar información para la futura revisión del plan;
- proporcionar información para la evaluación del plan de ordenación o sus prescripciones.

1.2 Métodos de vigilancia e información

Los dos métodos principales para la vigilancia de los resultados de los trabajos son:

- *Vigilancia periódica:* La vigilancia periódica incluye el hacer comparaciones entre los resultados físicos y las metas del programa y entre los gastos financieros y los presupuestos, al final de períodos de tiempo especificados, por ejemplo mensualmente, trimestralmente o a intervalos más largos.

- *Vigilancia continua:* La vigilancia continua se suele aplicar a indicadores clave especificados que permiten la recogida frecuente de información sobre la ejecución del plan, por ejemplo con intervalos semanales. La vigilancia continua proporciona a un ordenador forestal los medios para mantener un estrecho control sobre los trabajos forestales, lo que permite realizar comparaciones frecuentes entre los programas e insumos de recursos planteados con los resultados e insumos reales. Esto es cada vez más importante tanto para las empresas estatales como para las empresas privadas, cuando las limitaciones del presupuesto de ordenación forestal exigen un control estricto de los gastos.

La vigilancia de los resultados de los trabajos, basada en la ejecución de las prescripciones establecidas en el plan de ordenación, el registro de los resultados y la información correspondiente al director de los trabajos forestales, sirven de base para responder de forma transparente sobre la marcha de la ordenación. Las prescripciones de un plan de ordenación forestal deben ser claras para poder medir e informar sobre los progresos realizados.

El mantenimiento regular de las metas de ordenación forestal, mediante comparación con los resultados físicos y los presupuestos, permite adoptar acciones correctoras apropiadas. Este es un aspecto práctico fundamental de la ordenación del bosque tropical y también de la gestión empresarial. Desde un punto de vista práctico, es conveniente integrar al máximo posible la vigilancia de los trabajos con otros sistemas de control de la producción, con el fin de reducir los costes.

2 Vigilancia, registro de datos e información de los resultados de los trabajos de ordenación del bosque tropical

2.1 Utilización de temas "clave" para la vigilancia de los resultados de los trabajos

Las actividades de ordenación de los bosques tropicales naturales son de carácter extensivo en el sentido de que la producción de madera tiene lugar en grandes superficies, en una variedad de tipos de bosque e incluye normalmente una diversidad de operaciones o trabajos. Aunque todas las operaciones que se llevan a cabo dentro de un plan de ordenación aprobado deben ser de posible vigilancia, algunas son de mayor interés que otras. Aunque todas las operaciones que se llevan a cabo dentro de un plan de ordenación aprobado deben ser de posible vigilancia, algunas son de mayor interés que otras.

Si bien las necesidades exactas de vigilancia de cada unidad de ordenación forestal serán específicas para tal bosque, hay una serie de temas "clave" que pueden aplicarse con frecuencia como indicadores de los resultados de los trabajos a nivel de bosque. Por ejemplo, algunos temas "clave" son: la definición de los límites del bosque, la protección forestal, la producción en volumen de trozas, los resultados de operaciones selvícolas específicas, los costes unitarios y las actividades de desarrollo de la comunidad. Son estos temas operativos los que deben vigilarse de forma regular y cuidadosa. Los recursos de personal suelen ser limitados y, unido a la escala extensiva de las operaciones, es conveniente que la vigilancia de los trabajos se aplique sobre todo a los temas de mayor interés.

En el Cuadro 15 se expone un resumen de temas "clave" que pueden utilizarse como indicadores para la vigilancia de los resultados de los trabajos de una unidad de ordenación forestal, junto con las características cuantificables y la frecuencia de la vigilancia. La utilización de estos temas sirve de base para una vigilancia de los trabajos que pueda adaptarse a las condiciones locales existentes. Los costes unitarios mencionados en el Cuadro 15 son también temas "clave" a vigilar.

2.2 Responsabilidad de la vigilancia

La responsabilidad de la vigilancia, esto es, la recogida de cifras y la comparación de los resultados con las metas, se realizará en distintos niveles de supervisión. Es importante que incluso el personal supervisor subalterno sea consciente de las metas y pueda adoptar acciones correctoras si los resultados son insuficientes, sin tener que esperar a la reacción del personal superior. La información y resumen por escrito se realizarán también en distintos niveles jerárquicos, pero los análisis detallados se harán en niveles superiores. La vigilancia sobre el progreso de los trabajos deberá recibir la misma importancia o prioridad que se aplica a otras actividades, no siendo menos importantes que éstas.

La población dependiente del bosque que tiene interés por el futuro de un bosque ordenado debe tener la oportunidad de ayudar al buen resultado de la vigilancia con el fin de contribuir a reducir al mínimo cualquier conflicto que pueda presentarse.

Cuadro 15: Resumen de temas "clave" para la vigilancia de los resultados de los trabajos en los bosques tropicales

[illegible]	*Temas clave*	*Mecanismos de vigilancia*	*Frecuencia*
Demarcación de límites	Estudio y levantamiento topográfico de los límites	Cartografía; comprobación forestal	Anual
Mantenimiento de los límites	Mantenimiento de la longitud de los límites	Verificación forestal	Anual
Inventario previo al aprovechamiento	Situación; superficie; registros del inventario	Cartografía; registros/aforo de comprobación	En cada aforo
Plan de corta y evaluación posterior al aprovechamiento	Situación; superficie; volúmenes de trozas; árboles numerados	Cartografía; medición de comprobación/ verificación forestal	Mensual, semanal o diaria
Muestreo de diagnóstico	Situación; superficie; registros de inventario	Registros/verificación forestal	Después de cada plan de corta
Tratamientos selvícolas	Prescripciones del plan de ordenación	Registros/verificación forestal	Mensual
Construcción de caminos	Longitud; tipos de caminos	Verificación forestal	Mensual
Seguridad y protección del bosque	Prescripciones del plan de ordenación	Registros/verificación forestal	Mensual
Dotación de personal técnico	Contratación de personal y renuncias	Registros de empleo	Anual
Ordenación ambiental	Prescripciones del plan de ordenación	Registros/verificación forestal	Anual
Desarrollo de las comunidades rurales	Prescripciones del plan de ordenación	Registros/verificación forestal	Bianual
Inventario forestal continuo	Establecimiento de PPM, nueva medición de las PPM	Registros/verificación forestal	Anual

2.3 Directrices para la vigilancia

Deberá vigilarse el gasto real en comparación con el presupuesto y los costes unitarios reales frente a los costes programados para todas las

actividades que se indican, descritas dentro de los Temas Clave que siguen a continuación.

- *Tema clave: Definición de los límites de la concesión o reserva forestal*

La definición de los límites adyacentes a concesiones o reservas forestales vecinas incluye la marcación física de los límites y el estudio oficial del terreno. La vigilancia puede realizarse mediante un examen de mapas recientes para asegurarse de que están definidos los nuevos límites del bosque pero debe apoyarse también en la comprobación en el terreno de partes seleccionadas de los límites.

Hay que anotar la longitud y situación de nuevos levantamientos topográficos donde los límites sean adyacentes con otras concesiones, con el fin de comprobar la exactitud de la definición de límites indicada por escrito por una compañía o cooperativa de la concesión. La vigilancia de la definición de los límites debe realizarse por lo menos una vez al año y requerirá financiación y recursos logísticos para poderla realizar. En el Anexo 14 se presenta un ejemplo del diseño de un cuadro para la vigilancia de la definición de los límites del bosque.

- *Tema clave: Mantenimiento de los límites de una concesión o reserva forestal*

El examen físico de los límites "sobre el terreno" es el mecanismo más eficaz para vigilar con seguridad el mantenimiento de los límites. Sólo a través de la vigilancia de campo podrá verificarse con seguridad el mantenimiento exacto de las líneas, pilares y señales de los límites. La vigilancia del mantenimiento de los límites debe realizarse por lo menos anualmente.

Fotografías aéreas recientes o imágenes satélite, o ambas, que abarquen zonas de límites con concesiones vecinas o reservas forestales, pueden servir de ayuda para vigilar el mantenimiento de los límites pero su eficacia depende de la calidad de las imágenes (como resolución y cubierta de nubes) y también de su antigüedad. No es probable que sean de utilidad imágenes con más de 12 meses de antigüedad.

El valor de la fotografía aérea o de las imágenes satélite es, ante todo, como orientación para indicar dónde se debe centrar la vigilancia en el terreno, más que confiar en ellas como instrumento definitivo de vigilancia. En el Anexo 14 se presenta un ejemplo de un cuadro para vigilar el mantenimiento de los límites de un bosque.

- *Tema clave: Inventario previo al aprovechamiento (aforo del 100%)*

(a) Situación y superficie del bosque aforado

Unos mapas que muestren la situación y las superficies de un inventario completo previo al aprovechamiento (aforo del 100%) sirven como base para la vigilancia, pero debe realizarse juntamente con (b), *exactitud y precisión del aforo*. La tecnología del GPS puede ayudar a la definición de las áreas aforadas y puede servir también para la vigilancia. Para el empleo del equipo del GPS será necesaria una visibilidad "a cielo abierto", como en el caso de caminos y huecos del bosque.

(b) Exactitud y precisión del aforo

La vigilancia del inventario previo al aprovechamiento se debe realizar mediante aforos de comprobación de áreas de bosque elegidas al azar, comparando después los datos de los inventarios de aforo y de aforo de comprobación para lugares idénticos. No hay alternativa mejor que un aforo de comprobación "en el terreno", del propio bosque, para vigilar la calidad de un inventario del 100%, previo al aprovechamiento.

A fin de decidir el esfuerzo mínimo que debe dedicarse a un aforo de comprobación para estar satisfechos en cuanto a su exactitud y precisión, es conveniente realizar un estudio piloto de campo en diferentes condiciones forestales para poder examinar los efectos de los tipos de bosque, volúmenes, existencias y otras características sobre la exactitud y precisión del aforo. El aforo de comprobación debe realizarlo personal de campo entrenado que esté por lo menos tan familiarizado como el personal de la

concesión en la identificación de especies y en los sistemas de medición. Hay que realizar la vigilancia en todo inventario previo al aprovechamiento.

- *Tema clave: apeo*

(a) Situación y superficie del bosque a cortar

Unos mapas que muestren la situación y las superficies de bosque donde se ha aprobado el aprovechamiento en un plan de ordenación (expresado por tramos o subtramos) dan una buena base para la vigilancia. Esta vigilancia debe incluir la verificación de que un plan de cortas coincide exactamente con los datos de un aforo 100% realizado antes de la corta. Habrá que disponer de mapas exactos que muestren la localización del aforo y el plan de cortas. Los mapas obtenidos informáticamente a partir de un GIS, en caso de existir, pueden ayudar para este aspecto de la vigilancia. La vigilancia debe realizarse conjuntamente con los puntos (b) y (c) que se exponen a continuación.

(b) Máximo de existencias a cortar, por tipos de bosque

La vigilancia del número máximo de árboles por hectárea que puede aprovecharse, incluye dos elementos:

. Que la prescripción de corta sea adecuada para las características ecológicas del tipo o tipos de bosque, que se encuentren en el bosque específico a aprovechar,

. Que la corta esté en consonancia con la prescripción correspondiente.

Pueden seguirse los dos métodos siguientes:

. *Muestreo.* La vigilancia con el fin de asegurar que las cortas realizadas estén dentro del margen prescrito de pies a cortar por hectárea, puede lograrse mediante muestreo en el terreno de áreas de bosque elegidas al azar, haciendo a continuación comparaciones entre las prescripciones y los datos de

vigilancia para lugares idénticos donde ha tenido lugar la explotación maderera.

. *Vigilancia de árboles individuales.* Se puede lograr una vigilancia más intensiva comparando, en el bosque, los troncos de cada árbol medido y numerado durante el aforo, con el mapa de distribución de árboles y la lista de árboles que se elaboró utilizando los datos del aforo. La lista de los árboles numerados debe compararse con los números de los árboles registrados durante el apeo y extracción de las trozas. Este método sirve de base para un registro "escalonado de vigilancia" desde los árboles a las trozas.

La vigilancia se debe realizar mensualmente, al menos al principio, pero puede ser menos frecuente si se justifica por unos buenos resultados operativos de carácter constante.

(c) Volúmenes, por tipos de bosque, que contiene la corta anual:

El aspecto más crítico de la vigilancia de los volúmenes de trozas es la medición de comprobación de las trozas, a cargo de un organismo forestal estatal u otra autoridad que tenga la responsabilidad de la unidad de ordenación forestal. La vigilancia se debe realizar al menos mensualmente y debe incluir comprobaciones al azar sobre la exactitud de las mediciones realizadas de las trozas, con información por escrito del concesionario u otro organismo que tenga la responsabilidad de los trabajos en el bosque. En el Anexo 14 se presenta un ejemplo del diseño de un cuadro para la vigilancia de la situación, superficie y volúmenes de madera cortada.

- *Tema clave: Operaciones selvícolas*

(a) Especificaciones técnicas

La vigilancia sobre la aplicación de las especificaciones técnicas relativas a las operaciones selvícolas, específicamente la *eliminación de malezas, las plantaciones de enriquecimiento, las claras y la corta de trepadoras*, debe realizarse mediante muestreo al azar, en el terreno, dentro de los tramos

donde se han realizado los trabajos y haciendo comparaciones entre las prescripciones específicas y los resultados conseguidos.

(b) *Situación, superficie e intensidad de muestreo para cada fase de la selvicultura*

La vigilancia sobre la situación y superficie de cada fase de la selvicultura se debe realizar haciendo comparaciones de los mapas que formen parte de las prescripciones de un plan de ordenación, con el registro real de los resultados, unido a la verificación en el campo de que los mapas y los registros de los tramos son correctos. Debe hacerse un estudio de campo en las diferentes condiciones forestales con el fin de determinar los modelos de muestreo y el esfuerzo mínimo que habrá que aplicar a este aspecto de la vigilancia con el fin de estar satisfechos con su exactitud y precisión.

- *Tema clave: Muestreo de diagnóstico*

Los mapas y los registros de inventario que muestren la situación, superficies y características mensurables del bosque en que se haya prescrito un muestreo de diagnóstico en el plan de ordenación, servirán de base para la vigilancia. Ésta incluirá la verificación, mediante visitas "al terreno", de que los registros del muestreo de diagnóstico concuerdan con las prescripciones del muestreo de diagnóstico establecidas en un plan de ordenación aprobado.

- *Tema clave: Seguridad y protección forestal*

La comparación entre el número de guardas y brigadas de incendios especificados en un plan de ordenación y el número empleado por una empresa o compañía (como lo revela una comprobación del registro de personal empleado) es una buena base para la vigilancia pero debe ir acompañada también con el programa de capacitación del organismo gestor para estos dos grupos de personal, en cuanto a número y contenido de las actividades de formación. La capacitación del personal directivo es fundamental si quiere mantener la confianza en cuanto a la calidad del

servicio de seguridad y protección forestal de la compañía concesionaria o de otro organismo de ordenación forestal.

- *Tema clave: Construcción de caminos forestales*

La vigilancia del trazado, longitud y tipo de firme de los caminos (para todo tiempo o sólo para tiempo seco) debe lograrse mediante inspecciones en el terreno. La tecnología GPS tiene un potencial considerable para suplementar la vigilancia en el terreno y es una ayuda técnica de gran utilidad. La visibilidad "a cielo abierto" que es posible en los caminos forestales permitirá que un ordenador forestal los represente cartográficamente con precisión y verificarlos posteriormente durante la vigilancia, ayudándose con los GPS.

Fotografías aéreas e imágenes satélite recientes que muestren los caminos construidos últimamente pueden ser una ayuda para la vigilancia de la construcción de caminos, al menos en lo referente a su trazado (en lugares específicos) y longitud. No se puede depender exclusivamente del uso de imágenes como herramienta definitiva de vigilancia.

- *Tema clave: Dotación de personal técnico forestal*

La comparación realizada entre el número de cada categoría de titulados universitarios y de personal técnico operativo que se especifica en un plan de ordenación, y el número de las correspondientes categorías que está empleado por el ordenador forestal, se debe utilizar como base para la vigilancia. El personal empleado se puede vigilar mediante comprobaciones de nombramientos y renuncias en el registro de personal contratado del responsable de la ordenación forestal.

- *Tema clave: Ordenación ambiental*

(a) Problemas socioeconómicos (incluyendo los impactos de la explotación maderera sobre las comunidades rurales)
(b) Problemas físicos (incluyendo la conservación del suelo y el agua y el control de la erosión)

La vigilancia de lo acaecido respecto a (a) y (b) debe incluir exámenes de los registros o informes de resultados de un ordenador forestal y también inspecciones materiales "en el terreno", en el propio bosque, mediante comparaciones con las prescripciones del plan de ordenación para cada actividad. Los programas prescritos en un plan deben definirse en términos cuantificables con el fin de que la vigilancia no sea ambigua, por ejemplo, el número de actividades, teniendo cada una de ellas unos objetivos claros, localizaciones específicas, marcos de tiempo específicos y medidas de ejecución específicas.

- *Tema clave: Desarrollo de las comunidades rurales*

(a) Asentamiento de agricultores permanentes
(b) Desarrollo económico
(c) Desarrollo de la infraestructura
(d) Desarrollo social y cultural

La vigilancia debe incluir el examen "material" de las actividades realizadas en el bosque y comparaciones con las especificaciones correspondientes del plan de ordenación para cada actividad. Las inspecciones deben vincularse con los registros o informes de resultados del ordenador forestal.

Los programas de desarrollo de las comunidades rurales deben definirse en un plan de ordenación en términos cuantificables que permitan que la vigilancia sea inequívoca y clara. Por ejemplo, las prescripciones podrían especificar el número de actividades, sus localizaciones específicas y los marcos específicos de tiempo. La población dependiente del bosque que esté interesada en el futuro de un bosque ordenado debe ser incorporada al proceso de vigilancia e invitada a ayudar a la vigilancia de los resultados de la ordenación para contribuir a reducir al mínimo los conflictos que puedan presentarse.

- *Tema clave: Inventario forestal continuo*

La vigilancia del IFC debe incluir el examen de los registros forestales sobre el establecimiento de nuevas PPM y sobre nuevas mediciones de las PPM ya establecidas, unido a la comprobación "en el terreno" de la ordenación de las parcelas dentro del bosque. La inspección de campo permitirá hacer comparaciones entre las prescripciones expresadas en el plan de ordenación y los resultados reales. La vigilancia debe asegurar también que los datos de campo se introduzcan en una base de datos de PPM.

3 Información por escrito

3.1 Responsabilidad

La información generada por un sistema de vigilancia se debe transmitir de forma regular al Director de Operaciones Forestales, al Oficial Encargado o al Director de Ordenación Forestal, dependiendo de la propiedad y de la estructura organizativa del organismo o de la empresa forestal.

La información debe hacerse por escrito y verbalmente para poder discutir problemas específicos, resultados inesperadamente favorables u otros aspectos de la ordenación y poder emprender con rapidez las acciones necesarias.

El Oficial Responsable o el Forestal del Distrito debe resumir cada informe periódico y transmitir las conclusiones y recomendaciones a un Conservador de Bosques o a la Junta Directiva de la compañía concesionaria, dependiendo de la estructura organizativa de la unidad de ordenación forestal.

3.2 Frecuencia de la información

La frecuencia de la información debe estar en relación con la naturaleza del tema de que se trate. Debe ser como mínimo mensual, semanal o incluso diaria, en el caso del aprovechamiento de trozas en que se debe seguir un

estrecho control de la producción, de la situación de la explotación y de los árboles que se cortan. Sobre otros temas se puede informar con menos frecuencia, cada mes, cada trimestre, cada seis meses o con intervalos anuales, dependiendo de la sensibilidad del tema "clave" en las normas de ordenación del organismo o de la compañía concesionaria.

3.3 Formatos de la información

Un buen sistema para informar sobre los resultados de muchas operaciones forestales es utilizar un formato tabulado que resuma las prescripciones de los trabajos en un lado del formulario y los resultados en el otro. En el Cuadro 16 se presenta un ejemplo sencillo. Este formato se modifica y amplía con facilidad para cumplir los requisitos específicos de información de la ordenación forestal a nivel local.

La información en materia de aprovechamientos, desarrollo de la comunidad local y temas ambientales no puede realizarse normalmente en un simple formato tabulado. Para informar sobre los resultados correspondientes, deben utilizarse formatos tabulados independientes, más detallados, que sean específicos para las necesidades de cada tema. Los Cuadros 17 (a), (b) y (c) presentan los correspondientes ejemplos. Estos pueden modificarse fácilmente y ampliarse para cumplir los requisitos específicos de información de la ordenación forestal a nivel local.

3.4 Mantenimiento de registros permanentes de resultados

La elaboración y mantenimiento de registros permanentes de los trabajos forestales es una característica esencial de la ordenación forestal. Los registros permanentes, con los costes de las actividades realizadas, cuándo y dónde tuvieron lugar, dan una valiosa información para la planificación en el futuro de la ordenación forestal. Los registros permanentes constituyen un cúmulo de conocimientos y experiencias que forman un verdadero historial o crónica para referencia posterior que es tan importante para la planificación futura del bosque como para la información recogida actualmente en él.

Cuadro 16: Formato tabulado sencillo para informar sobre los resultados de los trabajos de la ordenación forestal

Especificaciones de los trabajos		*Resultados de los trabajos*	
Actividades	*Fechas*	*Fechas*	*Resultados*
Definición de los límites de la concesión			
* Tramos o bloques (a) (b)	 31/3/97 31/3/98		
Inventario previo al aprovechamiento (aforo 100%)			
* Tramos o bloques (a) (b)	 31/3/97 30/9/97		
Selvicultura *1. Plantación de enriquecimiento*			
* Tramos (a) (b)	 31/3/96 30/9/97		
2. Corta de trepadoras			
* Tramos (a) (b)	 31/9/97 31/3/98		
3. Claras (primera, segunda fase, etc.)			
* Tramos (a) (b)	 31/9/97 31/3/98		
Muestreo de diagnóstico			
* Tramos (a)	 31/6/97		

Los registros se deben mantener en un historial por tramos o en un sistema informatizado de registros por tramos. La responsabilidad del mantenimiento de los registros debe corresponder al Director de Operaciones Forestales pero la entrada regular de los datos puede delegarse en un forestal concreto que tenga esta tarea incluida en la descripción de sus obligaciones. En el Cuadro 6, Parte II, 1 – *Directrices para la definición de los recursos forestales*- se da una orientación específica y un ejemplo de registros de tramos mantenidos manualmente.

4 Revisión de las actividades de ordenación forestal

4.1 Revisión periódica de la ejecución del plan de ordenación

Aunque hay que revisar durante el año los progresos en el cumplimiento de las prescripciones, especialmente de los temas principales que comprende un plan de ordenación, como parte del proceso de mantenimiento del control de la ordenación del bosque, también es conveniente hacer periódicamente una revisión más completa a lo largo de la duración del plan. Las tendencias a corto plazo en el progreso de la ejecución del plan se pueden calibrar tras un período de dos, tres o más años, dependiendo del tema, y estas tendencias se deben utilizar en la revisión de la ejecución del plan de ordenación.

4.2 Revisión a medio plazo de la ordenación

Utilizando los datos generados mediante el sistema de vigilancia, pero apoyándose también en observaciones frecuentes del personal directivo que trabaja con regularidad en el bosque, el ordenador forestal y el equipo de ordenación deben realizar una **revisión a medio plazo de la ordenación** a fin de evaluar el funcionamiento del Plan. Un plan que tenga diez años de duración debe revisarse en el quinto año; un plan de 20 años debe revisarse en el año décimo pero también puede revisarse en el año quinto y en el decimoquinto. Se necesita flexibilidad para programar en el tiempo las revisiones, dependiendo de las circunstancias locales. Una revisión a medio plazo es básicamente un ejercicio en el que se hacen juicios de valor sobre los progresos en la ejecución del plan. En ella, se debe examinar la eficacia

en el cumplimiento de la ordenación forestal teniendo presentes las prescripciones aprobadas y los programas de ejecución en el tiempo de la secuencia de acciones correspondientes.

Cuando los cambios en la aplicación de prescripciones específicas parecen ser importantes y continuos, un año tras otro, es importante que el equipo de revisión examine las razones a que obedecen. Puede ser necesario revisar las prescripciones y los calendarios si parece que los programas aprobados no son realistas. El ordenador forestal debe conseguir la nueva aprobación de un plan de ordenación si se hacen en él grandes modificaciones que afecten a la programación en el tiempo y a la orientación de la ordenación y al presupuesto de los trabajos respecto al flujo de los ingresos esperados procedentes de los aprovechamientos. Además de evaluar los progresos en la ejecución del plan, una revisión a medio plazo debe examinar también la importancia y factibilidad de prescripciones específicas y, cuando sea necesario, proponer rectificaciones.

4.3 Revisión final de la ordenación

Hacia el final del plazo de un plan de ordenación, normalmente el último año, debe emprenderse una revisión más completa de las actividades del plan. La **revisión final de la ordenación** debe realizarse de la misma forma que la revisión a medio plazo pero abarcando todo el período del plan. Debe examinarse la eficacia de los resultados de la ordenación frente a los objetivos, prescripciones, calendarios de ejecución y presupuestos. La revisión final constituye una plataforma o fundamento para la preparación del próximo plan de ordenación.

Cuadro 17 (a): Informe de cortas (aprovechamiento, apeo)

Lugares y clases de recursos	*Prescripciones de los trabajos*		*Resultados de los trabajos*	
	Especificaciones	*Fechas*	*Fechas*	*Resultados*
A. ***Superficies y tipo de bosque o grupo de especies "A"***				
* Tramos/Subtramos:	(a) (b)			
* Volúmenes (y máx. esp/ha, procedentes de aprovechamiento selectivo) (a) volúmenes (b) pies/ha	....			
B. ***Superficies y tipo de bosque o grupo de especies "B"***				
* Tramos/Subtramos:	(a) (b)			
* Volúmenes (y máx. esp/ha.), procedentes de aprovechamiento selectivo (a) volúmenes (b) pies/ha	....			
C. ***Superficies y tipo de bosque o grupo de especies "C"***				
* Tramos/Subtramos:	(a) (b)			
* Volúmenes (y máx. esp./ha, procedentes de aprovechamiento selectivo) (a) volúmenes (b) pies/ha	....			

Cuadro 17 (b): Informe sobre el desarrollo de las comunidades locales

Actividades de desarrollo rural	*Prescripciones de los trabajos*		*Resultados de los trabajos*	
	Especificaciones	*Fechas*	*Fechas*	*Resultados*
A. <u>Asentamiento permanente de agricultores</u>				
* Cultivo de arroz: (a) Número de familias asentadas (b) superficie – ha.				
* Regadío: (a) No. de presas construidas (b) Canales de riego (Km)				
* Estanques de pesca construidos (Nro.)				
* <u>Agricultura de secano</u>: (a) número (b) superficie – ha.				
* Propuestas de extensión (Nro.)				
* Otras actividades				
B. <u>Temas de desarrollo económico</u>				
* Empleo de mano de obra (Nro.)				
* <u>Industrias domésticas</u>: (a) tipos (b) número establecido				
* Cooperativas desarrolladas (Nro.)				
* Electricidad (Nro. de casas)				
* Edificios comunitarios (Nro.)				
* Otras actividades				
C. <u>Temas de desarrollo social y cultural</u>				
* Escuelas (Nro. establecidas)				
* Becas (Nro. concedidas)				
* Clínicas sanitarias (Nro. establecidas.)				
* Instalaciones deportivas (Nro.)				

Cuadro 17 (c): Informe ambiental de la ordenación forestal

A. *Temas socioeconómicos:*

(a) Nombre de la propuesta: *(b) Situación:*
(c) Resultados: [resumir los progresos realizados, incluyendo las dificultades más importantes, los resultados más notables y si conviene corregir los insumos]

B. Temas culturales e históricos:

(a) Nombre de la propuesta: (b) Situación:
(c) Resultados: [resumir los progresos realizados, incluyendo las dificultades más importantes, los resultados más notables y si conviene corregir los insumos]

C. Temas sobre conservación de suelo y agua:

(a) Nombre de la propuesta: *(b) Situación:*
(c) Resultados: [resumir los progresos realizados, incluyendo las dificultades más importantes, los resultados más notables y si conviene corregir los insumos]

D. Temas sobre biodiversidad:

(a) Nombre de la propuesta: *(b) Situación:*
(c) Resultados: [resumir los progresos realizados, incluyendo las dificultades más importantes, los resultados más notables y si conviene corregir los insumos]

E. Paisaje y recreación:

(a) Nombre de la propuesta: *(b) Situación:*
(c) Resultados: [resumir los progresos realizados, incluyendo las dificultades más importantes, los resultados más notables y si conviene corregir los insumos]

5 Documentación complementaria

Armitage, Ian P. 1997. *Practical Steps Contributing to Sustainable Tropical Forest Management for Wood Production With Special Reference to Asia*. Special Paper to XI World Forestry Congress, Antalya, Turkey.

Anthony, Robt. N. & Herzlinger, Regina. E. 1980. *Management Control In Non-Profit Organizations*. Graduate School of Business Admin. Harvard University; Richard D. Irwin, Inc. Illinois, USA.

Brasnett, N. V. 1953. *Planned Management of Forests.* Allen & Unwin, London.

Johnston, D. R. Grayson, A.J. Bradley, R. T. *Forest Planning*. 1965. Faber & Faber, London.

ANEXOS

Anexo 1

CRITERIOS E INDICADORES PARA LA ORDENACIÓN FORESTAL SOSTENIBLE

A. *Iniciativas intergubernamentales de acción a nivel regional y nacional como resultado de la CNUMAD*

Desde la CNUMAD, se han formulado criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible a través de varios procesos internacionales, nacionales y no gubernamentales. Éstos incluyen:

- El *Proceso de Helsinki*, que se centra en el desarrollo de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques europeos, incluidos los bosques boreales, los templados y los de tipo mediterráneo. Los países europeos han aprobado seis criterios comunes, 27 indicadores cuantitativos y varios indicadores descriptivos para la ordenación forestal sostenible.
- El *Proceso de Montreal* se ha realizado como continuación del Seminario de Expertos sobre el Desarrollo Sostenible de los Bosques Templados y Boreales (Montreal, Canadá, 1993). La iniciativa se centra en la formulación de criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible de los bosques templados y boreales situados fuera de Europa. Los 10 países que participaron originalmente, incrementados en la actualidad a 12, han aprobado una serie de 7 criterios no vinculantes legalmente y 67 indicadores para la ordenación forestal sostenible a aplicar a nivel nacional.
- La *Propuesta de Tarapoto de Criterios e Indicadores para la Sostenibilidad del Bosque Amazónico*, de acuerdo con lo aprobado en febrero de 1995 en Tarapoto, Perú, en una reunión celebrada bajo los auspicios del Tratado de Cooperación Amazónica. Dentro del marco de la iniciativa de Tarapoto, se han determinado y propuesto siete criterios y cuarenta y siete indicadores para su aplicación a nivel nacional en los ocho países participantes. Se determinaron también criterios e indicadores para el nivel de unidad de ordenación forestal (4 criterios y 22 indicadores) y de interés mundial (un criterio y siete indicadores).

- La Reunión de Expertos PNUMA/FAO sobre Criterios e Indicadores para la *Ordenación Forestal Sostenible en la Zona Seca de África* (Nairobi, Kenia, noviembre de 1995), determinó siete criterios y cuarenta y siete indicadores para la ordenación forestal sostenible. Éstos han sido sometidos a los 27 países participantes interesados, para su revisión, comentarios, conformidad y aplicación. Esta serie de criterios e indicadores fue aprobada por la Décima Reunión de la Comisión Forestal Africana y de Fauna Silvestre, celebrada en Sudáfrica en noviembre/diciembre de 1995.
- En la Reunión de Expertos FAO/PNUMA sobre Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible (El Cairo, Egipto, octubre de 1996), expertos procedentes de 30 países determinaron siete criterios y sesenta y cinco indicadores para la ordenación forestal sostenible, que fueron posteriormente sometidos a consideración y aprobación en la 12ª Reunión de la Comisión Forestal del Cercano Oriente (El Cairo, octubre de 1996).
- La Reunión de Expertos FAO/CCAD sobre Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible para América Central se celebró en Honduras (Tegucigalpa) en enero de 1997. Conocido como el *Proceso Lepaterique de Centro América,* desarrolló cuatro criterios y cuarenta indicadores a nivel regional (América Central) y ocho criterios y cincuenta y dos indicadores a nivel nacional para la consideración de los países de la región. La Reunión de Expertos elaboró una Declaración de siete puntos, referentes cada uno de ellos a los criterios definidos, para la consideración de los Jefes de Estado de los siete CCAD. La reunión regional fue complementada con dos reuniones subregionales apoyadas por FAO/CCAD y siete seminarios nacionales sobre su aplicación a nivel de cada país.

B. *Nota Informativa de la FAO: Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible*[1]

La ordenación forestal comprende acciones administrativas, económicas, legales, sociales, técnicas y científicas que afectan a los bosques naturales y a las plantaciones. Ello supone niveles variables de intervención humana programada y dirigida a salvaguardar y mantener los ecosistemas forestales y sus funciones, favoreciendo al propio tiempo a las especies valiosas desde el punto de vista social, ambiental o económico para mejorar y mantener la producción de bienes y de servicios ambientales. En términos técnicos, la ordenación forestal implica la formulación y aplicación de planes de ordenación forestal que ayudan a controlar y regular los aprovechamientos y la utilización sostenible de bienes específicos y que fomentan y mantienen las funciones ambientales del bosque. Esto se logra con medidas selvícolas y de protección aplicadas con diversa intensidad para mantener o incrementar el valor social, ecológico y económico de la masa forestal ordenada, para las generaciones actuales y futuras.

La ordenación forestal sostenible se considera corrientemente como una de las contribuciones más importantes que puede hacer el sector forestal a los programas dirigidos al desarrollo sostenible de las naciones. A este respecto, el Capítulo 11 de la CNUMAD "Lucha contra la Deforestación" y "Principios Forestales", hace hincapié fuertemente en la necesidad de compatibilizar las funciones productivas con las protectoras, ambientales y sociales que cumplen todo tipo de bosques.

Antes de la CNUMAD, se habían elaborado en 1990 unas directrices para la ordenación forestal sostenible de los bosques tropicales naturales, bajo los auspicios de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), seguidas después por la definición de criterios de la OIMT para vigilar la sostenibilidad de los bosques tropicales húmedos, publicados a principios de 1992. En 1993, estos criterios fueron suplementados por unas directrices para el establecimiento y ordenación de los bosques tropicales plantados y por

---

[1] Notas de Información Forestal de FAO: "Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible"; febrero de 1997.

otras directrices sobre la conservación de la diversidad biológica en los bosques tropicales de producción.

Después de la CNUMAD, se han adoptado una serie de iniciativas nacionales, regionales y eco-regionales para elaborar criterios comunes que permitan definir la ordenación forestal sostenible y para especificar los correspondientes indicadores que se puedan cuantificar o describir y vigilar con regularidad para evaluar los efectos generales de las intervenciones de la ordenación forestal, con el fin de mejorarlos progresivamente. A este respecto, se han desarrollado actividades intergubernamentales, sobre todo dentro del marco de una serie de procesos internacionales importantes, tal como se describe en el Anexo 1-A.

El Departamento de Montes de la FAO ha participado, o ha servido como instrumento eficaz para catalizar y ayudar al seguimiento de todas las iniciativas internacionales mencionadas sobre criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible, en conformidad con su mandato y prioridades y de acuerdo con el papel de la Organización como Directora de los Trabajos del capítulo 11 de la Agenda 21 de la CNUMAD y como centro principal sobre el tema entre los organismos de las NU en los trabajos del Cuadro Intergubernamental sobre Bosques (CIB) de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible.

En una reunión de Expertos FAO/OIMT celebrada en Roma en febrero de 1995 se hizo un análisis de las posibilidades y de la conveniencia de armonizar las iniciativas en marcha relacionadas con los criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible. Aunque se llegó a un acuerdo general sobre la necesidad de garantizar el intercambio de información, conocimientos y experiencias entre las iniciativas en marcha, para poder establecer comparaciones y para evitar la duplicación innecesaria de esfuerzos, la reunión destacó la necesidad de que prosigan, sin ningún impedimento, las iniciativas en marcha, que reflejan las diferentes condiciones ambientales y socioeconómicas de las áreas donde surgieron.

A la misma conclusión general anterior se llegó también en el Seminario Intergubernamental sobre Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal

Sostenible, organizado por el gobierno de Finlandia en apoyo de los trabajos del CIB, conocido como el Seminario SICI (Helsinki, Finlandia, agosto de 1996). Los participantes en este seminario, celebrado en colaboración con la FAO, incluyeron representantes de las iniciativas en marcha sobre criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible y de los países que las aplican, y también de otras organizaciones interesadas de carácter gubernamental y no gubernamental. La reunión ayudó a fortalecer el diálogo internacional y a avanzar en los temas correspondientes, en preparación de las reuniones finales del CIB, en septiembre de 1996 y febrero de 1997.

C. Resumen de indicadores a nivel de unidad de ordenación forestal[2]

1. LA EXTENSIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES Y LOS CICLOS GLOBALES DEL CARBONO[3]	OIMT	TARA	CIFOR	OAM	CCAD
INDICADORES					
* Superficie de cubierta forestal	si	+	+	si	+
* Existencias de madera en pie	no	+	+	+	+
* Etapa sucesional	+	+	+	+	no
* Estructura de edades	no	+	no	+	no
* Tasa de conversión del bosque para otros usos	+	+	no	no	si
2. ESTADO SANITARIO Y VITALIDAD DEL ECOSISTEMA FORESTAL					
INDICADORES DE INFLUENCIAS EXTERNAS					
* Deposición de contaminantes atmosféricos	no	no	si	no	no
* Daños por erosión eólica	no	no	+	+	no
INDICADORES DE VITALIDAD DEL BOSQUE					
* Incidencia de defoliadores	+	+	no	no	no
* Sanidad reproductiva	no	no	no	+	no
INDICADORES DE INFLUENCIA FORESTAL					
* Daños por insectos o enfermedades	+	si	no	no	+
* Daños por incendios y tormentas	+	+	no	+	+
* Daños por animales silvestres	+	+	no	no	no
INDICADORES DE INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA					
* Competencia de plantas introducidas	+	no	no	no	no
* Balance de nutrientes y acidez	+	no	no	no	no
* Tendencias en los rendimientos de los cultivos	no	+	no	+	no

[2] En este resumen comparativo: "si" significa que el indicador se menciona explícitamente en la iniciativa, "+" significa que el indicador no está plenamente expresado aunque puede haber sido considerado implícitamente, "no" significa que no existe una referencia explícita o implícita del indicador.
[3] OIMT: Organización Internacional de las Maderas Tropicales; TARA: Propuesta Tarapoto; CIFOR: Centro Internacional de Investigación Forestal; OAM: Organización Africana de la Madera; CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

3. DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES	OIMT	TARA	CIFOR	OAM	CCAD
INDICADORES DE LOS ECOSISTEMAS					
* Distribución de los ecosistemas forestales	no	no	no	+	no
* Extensión de las Áreas Protegidas	no	si	si	si	si
* Fragmentación del bosque	+	no	+	+	+
* Superficie desmontada anualmente de especies endémicas	+	+	+	+	+
* Superficie y porcentaje de terrenos forestales con cambios ecológicos fundamentales	si	si	+	si	si
* Lucha contra incendios forestales y medidas de prevención	no	no	no	no	si
INDICADORES DE ESPECIES					
* Número de especies dependientes del bosque	no	no	no	+	+
* Número de especies en peligro dependientes del bosque	no	+	+	si	si
* Confianza en la regeneración natural	+	si	+	si	si
* Sistemas utilizados en la explotación de los recursos	+	+	+	+	+
* Medidas de conservación *in situ* de las especies en peligro	no	+	+	+	+
INDICADORES GENÉTICOS					
* Número de especies dependientes del bosque de ámbito reducido	+	no	no	+	+
4. FUNCIONES PRODUCTIVAS DE LOS BOSQUES					
INDICADORES					
* Porcentaje de bosques/otros terrenos arbolados manejados de acuerdo con planes de ordenación	si	si	si	si	si
* Existencias en pie	si	+	+	si	si
* Producción de madera	si	si	si	si	si
* Producción de productos forestales no maderables	si	+	no	si	si
* Balance anual entre crecimiento y extracciones de productos maderables	si	si	si	si	si
* Nivel de diversificación de la producción forestal sostenible	+	si	+	si	si
* Nivel de utilización de tecnologías ambientalmente aceptables	+	si	si	si	si

5. FUNCIONES PROTECTORAS DE LOS BOSQUES	OIMT	TARA	CIFOR	OAM	CCAD
INDICADORES					
* Condiciones del suelo	si	si	+	si	si
* Condiciones hídricas	si	si	+	si	+
* Ordenación para la protección del suelo	si	si	+	si	si
* Ordenación de cuencas hidrográficas	si	si	+	si	si
* Áreas ordenadas para fines escénicos y paisajísticos	+	no	no	+	si
* Superficie y porcentaje de terrenos forestales ordenados para protección ambiental	+	+	+	+	+
* Densidad de la infraestructura por clase de UOF	no	no	si	no	si
6. FUNCIONES Y CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS					
INDICADORES DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS					
* Valor de los productos maderables	+	+	+	+	+
* Valor de los productos no maderables	+	+	no	+	+
* Valor de las industrias primarias y secundarias	+	no	no	no	no
* Valor de la energía de biomasa	+	no	+	no	no
* Rentabilidad económica de la OFS	si	si	+	+	si
* Eficacia y competitividad de la producción de productos forestales, transformación y diversificación	+	+	no	no	si
* Grado de participación privada y no privada en la OFS	+	+	+	+	si
* Información sobre las comunidades locales y mecanismos de referencia en la OFS	no	no	+	no	si
INDICADORES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS BENEFICIOS					
* Generación de empleo y condiciones	si	si	si	si	si
* Comunidades dependientes del bosque	si	si	si	si	si
* Impacto de la utilización económica de los bosques sobre la disponibilidad de éstos para las poblaciones locales	si	si	si	si	si
* Calidad de vida de las poblaciones locales	si	si	+	si	si
* Ingresos medios per capita en diferentes actividades del sector forestal	+	+	+	+	+
* Tasa de participación por sexos en la OFS	+	+	+	+	si

7. MARCO POLÍTICO, LEGAL E INSTITUCIONAL

INDICADORES	OIMT	TARA	CIFOR	OAM	CCAD
* Marco legal que asegura la participación de los gobiernos locales y los propietarios de terrenos privados	+	si	+	+	si
* Normas técnicas y reglamentarias de los planes de ordenación	+	+	si	+	si
* Actualización catastral de la UOF	si	no	si	+	si
* Porcentaje de inversión en ordenación forestal destinado a investigación forestal	no	+	no	no	si
* Tasa de inversión a nivel de UOF en actividades de: regeneración, protección, etc.	+	+	si	si	si
* Recursos técnicos, humanos y financieros	+	+	no	+	si

Anexo 2

UTILIZACIÓN DEL PLANÍMETRO Y LA MALLA DE PUNTOS PARA LA MEDICIÓN DE SUPERFICIES A PARTIR DE MAPAS

Este anexo contiene ejemplos sobre el uso del planímetro y la malla de puntos para la medición de superficies sobre mapas, tal como se describió en la Parte 11, Sección 1.2.1: Métodos prácticos para la medición de superficies a partir de mapas.

Medición de superficies con planímetro

Las superficies medidas en un mapa se traducen en superficie real, de acuerdo con la escala del mapa, de la forma siguiente:

$$SC = Lp * Em * 0{,}00001$$

donde, SC = superficie cartografiada (metros cuadrados),
Lp = lectura del planímetro (número de unidades),
Em = escala del mapa.

Por ejemplo, una lectura en el planímetro de 114 (diferencia entre la lectura inicial y la final del nonio del planímetro) sobre un mapa que tiene una escala 1:25.000 equivale a una superficie de 712.500 metros cuadrados. Esto puede convertirse fácilmente en hectáreas dividiendo por 10.000, lo que da una superficie de 71,25 hectáreas. Utilizando la lectura del nonio de 114, la superficie se calcula del modo siguiente:

$$712.500 \text{ metros cuadrados} = 114 * 25.000^2 * 0{,}00001$$

La superficie se transforma en hectáreas dividiendo 712.500 por 10.000, lo que da 71,25 hectáreas. La ventaja de este método es que se pueden calcular pequeñas superficies (resultados expresados en metros cuadrados) y también grandes superficies (resultados expresados en hectáreas).

Medición de superficies con malla de puntos

Se coloca una hoja con una malla de puntos sobre una parte irregular de un mapa, por ejemplo un tipo de bosque, y se cuentan los puntos existentes dentro del área a medir. Hay que conocer la escala del mapa. Hay dos procedimientos para convertir en superficie un conteo medio de puntos:

(a) *Cuando en el mapa está impresa una malla cuadrada, como en los mapas topográficos nacionales, por ejemplo, mapas a escala 1:50.000.*

* se deduce la superficie de cada cuadrado de la malla a partir de la escala del mapa. Por ejemplo, un mapa de escala 1:25.000 puede tener una malla cuadrada impresa con intervalos de 400 metros. Así, la superficie de cada cuadrado de la malla es de 0,4 Km. x 0,4 Km. = 0,16 km², o sea, 0,16 km² x 100 = 16 ha.
* la superficie, en hectáreas, que corresponde a un punto de la malla contado sobre el mapa se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$SC = \frac{N}{n_c} * G$$

donde, SC = superficie cartografiada (hectáreas)
N = número promedio de puntos contados sobre el mapa,
n_c = número de puntos por cm² de la malla de puntos
G = superficie del cuadrado de la malla (hectáreas).

* este es un ejemplo práctico, utilizando los siguientes supuestos:

  - un mapa a escala 1:50.000 que tiene impresa una malla cuadrada con intervalos de 400 metros; la superficie de cada cuadrado de la malla es de 16 ha.

- una malla de puntos que tenga 36 puntos por cuadrado, es decir 6 puntos x 6 puntos.

La superficie de un trozo de terreno cuyo conteo de puntos sobre la malla del mapa sea de 74, se obtiene del modo siguiente:

$$\textit{Superficie del mapa (ha)} = (74/36) * 16$$
$$= 32,9 \; ha$$

(b) *Cuando no hay malla cuadrada en el mapa:*

* se obtiene la superficie, en hectáreas o metros cuadrados, de cada centímetro cuadrado de la malla de puntos de acuerdo con la escala del mapa que se está utilizando, del modo siguiente:

$$S_1 = Em^2 / 10.000$$

$$S_2 = Em^2 / 100.000.000$$

donde: $S_1\,(m^2)$ y $S_2\,(ha)$ = superficie de la malla de puntos (m^2 o hectáreas)
Em^2 = escala del mapa.

* la superficie correspondiente a un conteo de puntos de la malla, de una superficie irregular, realizado sobre un mapa, en hectáreas, se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$SA = (N / n_C) * S_m$$

donde,
SA = superficie en hectáreas
N = número promedio de puntos contados sobre el mapa
n_c = número de puntos por cm^2 de la malla de puntos
S_m = superficie del punto de la malla (hectáreas).

* Éste es un ejemplo práctico, utilizando los siguientes supuestos:

- mapa a escala 1:5.000; la superficie de cada centímetro cuadrado, en hectáreas, es 5.000^2 / 100.000.000 = 0,25 ha.

- malla de puntos con 25 puntos por centímetro cuadrado, es decir 5 puntos x 5 puntos.

La superficie de un trozo de terreno en un mapa a escala 1:25.000, en el que se hayan contado 129 puntos de la malla, se obtiene del modo siguiente:

Superficie del mapa (ha) = *(129/25) * 0,25*

= *1,29 ha.*

ESTUDIO PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DEL NÚMERO DE PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO PARA UN INVENTARIO FORESTAL CONTINUO

Este anexo sirve de orientación básica para planificar un estudio piloto destinado a deducir el número de parcelas permanentes que debe comprender un inventario forestal continuo. El estudio piloto se planifica y realiza cuando no hay datos suficientes de un bosque determinado contando con los datos de inventarios anteriores.

Un estudio piloto de campo en áreas representativas de un bosque en el que se propone un inventario forestal continuo, debe incluir cinco o más parcelas provisionales, cada una de 1 ha. de superficie. Éstas deben establecerse y medirse de igual modo que las parcelas permanentes descritas en este manual.

El coeficiente de variación del volumen debe utilizarse como orientación sobre el número necesario de PPMs porque el volumen es la variable de mayor interés de la ordenación. El coeficiente de variación (CV_v) se calcula del modo siguiente:

$$CV_v = \frac{ES_v 100}{}$$

donde, ES_v = error estándar del volumen medio calculado en el estudio piloto,
x_v = volumen medio calculado.

El error estándar del volumen medio (ES_v) se calcula del modo siguiente:

$$ES_v = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

donde, δ = desviación estándar del volumen medio calculado en el estudio piloto
n = número de muestras del estudio piloto.

El intervalo de confianza (IC_v) del volumen medio se calcula del modo siguiente:

$$IC_v = x_v \pm tES_v$$

donde, t = estadístico "t" de Student para (n-1) grados de libertad.

El número de PPMs (N) necesarias para lograr un nivel especificado de precisión en un inventario forestal puede calcularse a partir de la ecuación:

$$N = (\frac{CV_v}{p})^2$$

donde, p = límite aceptable de precisión, p.ej. para el 5%, p = 0,05

Éste es el sistema más sencillo pero no el único para obtener el número de Parcelas Permanentes de Muestreo.

ALGUNOS DETALLES SOBRE PROCEDIMIENTOS EMPÍRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CORTA ADMISIBLE O POSIBILIDAD

Este anexo da algunos detalles sobre procedimientos empíricos para la determinación de la corta admisible que, debido a su naturaleza detallada, no se explican en la Parte II, sección 3.6.1. Los cuatro procedimientos son:

* Una combinación de superficie y ciclo de corta.
* Una combinación de superficie, volumen y ciclo de corta.
* Una combinación de volumen e incremento del bosque.
* Una consideración exclusivamente del volumen.

A. *Una modificación del procedimiento de determinación de la producción mediante superficie, volumen y ciclo de corta, aplicado en los bosques de dipterocarpos de Filipinas*

Este procedimiento reconoce la variabilidad del tamaño y distribución de los árboles grandes en diferentes tipos de bosque y considera una estimación del volumen que se puede cortar, obtenido de una tabla de producción.

Se pueden aplicar dos fórmulas distintas dependiendo de que el bosque esté sujeto a un plan de ordenación o que no se esté manejando con un plan de ordenación. La fórmula de la CAA es la siguiente:

* Para bosques que no tienen un plan de ordenación aprobado:

$$CAA = \left(\frac{V_o.A}{n_z}\right)0{,}75f$$

donde V_o = 25% del Vol A (70 a 80 cm dap) + 55% del Vol B (60 a 70 cm dap) + Vol C (> 80 cm dap)

f = factor de recuperación (corrientemente se utiliza un factor de 0,7)

n_z = ciclo de corta (en años) x 2

* Para bosques que tengan un plan de ordenación aprobado:

$$CAA = (\frac{(V_o.A)+(V_r.A)}{n_z}).f$$

donde V_r = volumen (m^3) que se puede cortar, determinado mediante tablas de producción.

En cualquiera de los métodos de superficie, volumen o ciclo de corta, la CAA puede sobrepasar la producción sostenible durante un período determinado en un bosque de espesura excesiva, como un bosque natural que no haya sido cortado anteriormente, durante un reajuste hasta llegar a un nivel de equilibrio de producción. Por el contrario, la CAA en un bosque con escasas existencias debe ser inferior a la producción sostenible, para permitir su reestructuración hacia clases de mayor tamaño y edad. Es necesaria una investigación local para determinar la cuantía conveniente de corta por exceso o por defecto y la estructura teórica de un bosque normal.

La cuestión relativa a los árboles que se deben cortar se determina no por la fórmula de determinación de la producción sino por las características en cuanto a existencias, composición por especies y distribución por clases diamétricas de una unidad específica de ordenación forestal y el sistema selvícola que se esté aplicando. Las características del bosque se determinan mediante un inventario al 100% de aquellos tramos en que se propone la corta.

La planificación de la producción se puede determinar también sobre la base de bloques de corta de cinco años. Cinco áreas consecutivas de corta anual, que estén físicamente adyacentes entre sí, pueden agruparse conjuntamente en un bloque de cortas. Los datos de volúmenes, obtenidos de un inventario completo (100%) o parcial (5 ó 10 por ciento) que comprenda un bloque de cortas de cinco años, se agrupan también, pudiendo calcularse la producción para el período de cinco años. Este método da cierta flexibilidad, de año en año, en la organización del aprovechamiento.

B. *Procedimiento de Cotta para la determinación de la producción, basado en una combinación del volumen y el incremento del bosque*

Un método alternativo de determinación de la producción, que requiere un conocimiento seguro del incremento pero evita la necesidad de deducir la estructura teórica del bosque normal, es el *Método de Cotta.* Este método permite determinar la corta admisible o posibilidad para un bosque que esté sujeto a ordenación bajo un sistema selvícola irregular de aclareos sucesivos. El método se aplica a un área específica del bosque, como un bloque periódico, que tiene un volumen conocido de madera y cuyo aprovechamiento se programa durante un número específico de años.

La fórmula del *Método de Cotta* es la siguiente:

$$CAA = \frac{V_{com} + (0{,}5 . I_p)}{\text{años}}$$

donde:

I_p = incremento en volumen (m³) de un área específica de bosque y en un número específico de años, conocido como período de regeneración,
V_{com} = volumen medio (m³) de especies comerciales por encima de un diámetro especificado, de un área específica de bosque
$P_{años}$ = duración del período de regeneración, en años.

Este método se ha utilizado durante muchos años para la regulación de la producción en bosques sujetos a aclareo sucesivo irregular en la India.

EJEMPLOS DE TEXTOS QUE DEMUESTRAN CÓMO SE PUEDEN REDACTAR LAS PRESCRIPCIONES DE UN PLAN DE ORDENACIÓN

Este anexo incluye varios ejemplos de textos sobre cómo se pueden redactar y presentar las prescripciones de un plan de ordenación forestal. Con el fin de resaltar y demostrar que las prescripciones son unas instrucciones claras de acción, pueden escribirse en **negritas**, ***negritas e itálicas*** o en MAYÚSCULAS.

Ejemplo 1:

Autoridad y fecha de aprobación del plan

La reserva forestal [Nombre del bosque] está ordenada por el Conservador de Bosques que actúa bajo la autoridad del Ministro de Bosques.

Autoridad administrativa

Este plan de ordenación será administrado por el Oficial Forestal de División, Distrito[nombre del distrito].

Duración

La duración de este plan será de diez años, comenzando el 1 de enero de 1993 y terminando el 31 de diciembre del 2002.

Ejemplo 2a:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS:

PARA PROTEGER EFICAZMENTE EL BOSQUE CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES Y LOS QUE PUEDAN PRODUCIRSE COMO RESULTADO DE LA AGRICULTURA MIGRATORIA U OTROS SISTEMAS DE DESMONTE DE TIERRAS AGRÍCOLAS, SE ADOPTAN LAS SIGUIENTES MEDIDAS:

* **EJECUCIÓN DE UN PLAN DE PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS FORESTALES PARA EL DISTRITO (especificado),**

* **ORGANIZACIÓN COMO MÍNIMO DE UN CURSO CORTO ANUAL DE CAPACITACIÓN DE REPRESENTANTES DE LAS COMUNIDADES RURALES VECINAS AL BOSQUE, SOBRE SISTEMAS ELEMENTALES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS.**
* **EDUCACIÓN PÚBLICA DURANTE LA ESTACIÓN SECA, UTILIZANDO CARTELES, RADIO, TELEVISIÓN, PERIÓDICOS Y CONFERENCIAS PARA ESCOLARES Y ALDEAS, SOBRE LOS PELIGROS DE LOS INCENDIOS FORESTALES PARA LOS BOSQUES Y LA POBLACIÓN QUE TRABAJA Y VIVE EN ELLOS.**

Ejemplo 2b:

Los planes de extinción de incendios para el [nombre del bosque] serán preparados con anterioridad al [fecha específica] y, una vez aprobados por el Director de Operaciones [u otra persona de alto nivel], se incluirán como anexos y formarán parte del Plan de Ordenación. Cada plan especificará lo siguiente:

* **Definición del área, con el apoyo de un mapa topográfico a escala 1: 50.000;**
* **Rutas de acceso para vehículos, red de caminos y pistas, puntos de aterrizaje para aviación;**
* **Situación de los puntos de agua existentes y propuestas para la construcción de nuevos puntos de agua;**
* **Mapas de clases de vegetación por riesgo de incendio, identificando los "niveles de riesgo" para cada zona extensa de vegetación;**
* **Relación de los recursos de equipos y especificaciones para la obtención de nuevos equipos;**
* **Medidas específicas de capacitación para el personal de la empresa y otro personal adecuado;**
* **Se llevará a cabo en cada estación seca un programa de relaciones públicas y educación, orientado al fortalecimiento de la conciencia pública sobre la necesidad de proteger los bosques contra los incendios.**

Ejemplo 3:

CONSULTAS Y COOPERACIÓN DE LA COMUNIDAD:

Con la cooperación y en consulta con los miembros de las comunidades rurales que tengan un interés tradicional en el bosque [especificado], se adoptarán medidas enérgicas para asegurar una protección forestal eficaz contra los incendios forestales y la degradación del bosque, mediante el fomento de la participación activa de la comunidad en la ejecución de este plan, a través de las actividades siguientes:

* ***celebración de un taller anual en los distritos [nombres] para promover el conocimiento de la importancia de la protección forestal contra desmontes e incendios,***

* ***preparación de dos folletos, como mínimo, sobre conservación y protección forestal y de un cartel, específicos para este bosque [designar].***

Ejemplo 4:

Ordenación del territorio:

- ***La principal base cartográfica para la ejecución de las prescripciones de este Plan de Ordenación serán las [series nacionales], escala 1:50.000, series x, y, z. Se adjuntan a este plan extractos de los mapas [series nacionales].***
- ***Se generarán mapas detallados, utilizando la tecnología GIS, por la [compañía concesionaria u otro organismo designado], según se requiera, como apoyo a las prescripciones específicas a que se hace referencia en este Plan de Ordenación.***
- ***Se adquirirán nuevas fotografías aéreas no después del 31 de marzo [año] para facilitar la planificación geográfica, ecológica y de protección forestal. Se adquirirá fotografía que esté en consonancia con las normas industriales aplicables en su momento y que sean también compatibles con las técnicas de teledetección que se utilicen entonces.***

Ejemplo 5:

Conservación de la diversidad biológica:

- ***Se recopilarán, resumirán y documentarán, mediante contrato, los conocimientos existentes sobre la diversidad biológica de vegetales y animales en el bosque [nombre], con anterioridad al 1 de enero del 2000 [o una fecha especificada]. Este trabajo determinará y hará recomendaciones sobre:***

* ***Nuevas áreas de protección especial y modificaciones de las áreas existentes;***
* ***Nuevos estudios sobre biodiversidad dentro del bosque.***

- ***Se invitará, con anterioridad al 1 de julio de cada año, a las universidades, institutos de investigación y otros organismos e individuos debidamente cualificados, para la realización de nuevos estudios dirigidos a ampliar los conocimientos sobre la diversidad biológica de vegetales y animales dentro del bosque [o partes designadas del bosque]. Se podrán proporcionar fondos cada año por parte de [empresa u organismo forestal del gobierno] para apoyar la ejecución de los contratos de esta prescripción.***

Ejemplo 6a:

CORTA ANUAL ADMISIBLE (POSIBILIDAD ANUAL):

LA CORTA ANUAL ADMISIBLE DE LOS BOSQUES NATURALES QUE COMPRENDEN EL BOSQUE [nombre] [reserva o concesión] SERÁ DE <u>9.800 METROS CÚBICOS</u> [o un volumen especificado] QUE COMPRENDEN:

*** TROZAS:**	**5.000 METROS CÚBICOS**
*** LEÑA/MADERA PARA PASTA**	**4.800 METROS CÚBICOS**

Ejemplo 6b:

- **LA MÁXIMA CORTA ANUAL ADMISIBLE DE TODO TIPO DE TROZAS SERÁ DE:**

  10.000 metros cúbicos

- **LA MÍNIMA CORTA ANUAL ADMISIBLE DE TODO TIPO DE TROZAS SERÁ DE:**

  7.500 metros cúbicos.

Ejemplo 7:

Explotación maderera – Prescripciones Generales:

* ***Durante la duración de este plan de ordenación sólo se permitirá la explotación forestal en los tramos*** [a enumerar].
* ***El sistema de corta selectiva se aplicará de acuerdo con el Manual de Instrucciones para el Aprovechamiento de Bosques Naturales aprobado por el Ministerio Forestal.***
* ***Se seguirá un ciclo mínimo de corta de 35 años para todos los aprovechamientos selectivos.***
* ***No se permitirá la corta de ningún árbol con dap inferior a 60 cm.***

Ejemplo 8:

VIGILANCIA E INFORME:

* **SE VIGILARÁ EL DESARROLLO DE LA EJECUCIÓN DE ESTE PLAN DE ORDENACIÓN Y SE INFORMARÁ SOBRE ELLO EL 31 DE DICIEMBRE [u otra fecha especificada] DE CADA AÑO.**
* **LOS INFORMES SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON ESTE PLAN DE ORDENACIÓN SE ENVIARÁN AL CONSERVADOR ADJUNTO DE BOSQUES, SECCIÓN DE PLANES DE TRABAJO DE LA OFICINA CENTRAL, NO DESPUÉS DEL 1 DE FEBRERO DEL AÑO SIGUIENTE [o de una fecha especificada].**

Anexo 6

EJEMPLO DE UN PLAN ANUAL DE TRABAJOS

Un *Plan anual de trabajos* se obtiene de un plan de ordenación a largo plazo aprobado y debe servir sólo para un año. En este anexo se presenta la estructura general o formato de un *Plan anual de trabajos*, que puede adaptarse a las situaciones específicas locales de la ordenación forestal.

En este ejemplo, sólo se presenta la primera página y otras varias de temas específicos seleccionados con el fin de mostrar los principios generales sobre cómo puede elaborarse un plan anual.

FORMATO de un PLAN ANUAL DE TRABAJOS

Información básica:

Nombre del Bosque o Concesión:
Nombre:..
Localización:..

Plan de ordenación a largo plazo:
Nombre del bosque:..
Período de vigencia: 19/..... a 20/.....
Fecha de aprobación del plan: ....
Meta a largo plazo:
....
Objetivos:...
....
....
....

Superficie:
Superficie total de bosque: ....ha
Bosque productivo: ....ha
Terrenos no productivos: ....ha
Superficie de bosque protegido: ....ha

CAA (Madera):
Máximo: .... m^3 ....ha
Mínimo: .... m^3 ....ha

CAA (productos no maderables):
Máximo: .... m^3 o kg ....ha
Mínimo: .... m^3 o kg .... ha

Otros datos forestales:...
....
....

***Plan para la definición de los límites del bosque** (puede adaptarse para el mantenimiento de los límites)*

Características de los límites	**Longitud total de los límites**	**Último año**		**Plan para el presente año**
		Plan	**Realizaciones**	
	Km %	**Km**	**Km %**	**Km %**
1. Límites naturales:				
1.1 Ríos				
1.2 Líneas de costa				
1.3 Divisorias (cerros/montañas)				
1.4 Otros límites naturales	(especificar)			
2. Límites establecidos:				
2.1 Caminos				
2.2 Otros bosques				
* Bosques de protección				
* Reservas naturales				
* Parques nacionales				
* Reservas de fauna silvestre				
2.2 Otras concesiones				
2.3 Otras posesiones				
Totales:				

Plan de inventario previo al aprovechamiento (aforo al 100%)

Localización y superficie del inventario	***Realizaciones último año***	***Plan para el presente año***
Fechas del aforo	......../......../19.....	......../......../19.....
1.1 Nombre del bloque, o número		
1.2 Números de los tramos		
1.3 Superficies aforadas		
2.1 Nombre o número del bloque		
2.2 Números de los tramos		
2.3 Superficies aforadas		
3.1 Nombre o número del tramo		
3.2 Números de los tramos		
3.3 Superficies aforadas		
Superficie total aforada		

Notas: * Este cuadro debe apoyarse en un mapa que contenga los lugares propuestos de inventariación.

** Se recomienda flexibilidad en el uso de este cuadro porque serán diferentes las necesidades de los distintos bosques, dependiendo de las circunstancias de cada uno.

Plan de cortas

Localización del [illegible]	Realizaciones del último año			Plan de cortas para el Presente año		
	Vol. (m^3)	*Superf. (ha)*	*No. de árboles cortados*	*Vol. (m^3)*	*Superf. (ha)*	*No. de árboles a cortar*

Nota: Este cuadro debe apoyarse en un mapa de aprovechamientos que muestre los lugares de corta propuestos.

Plan selvícola (tratamientos):

Localización de los tramos	**Realizaciones del año anterior**		**Programado para este año (ha)**
	Superficie (ha)	**%**	
1. Operación I, p.ej. limpia de malezas (a definir para cada superficie de ordenación forestal)			
2. Operación II, p.ej. clara (a definir para cada superficie de ordenación forestal)			
3. Operación III, p.ej. 2ª clara (a definir)			

RELACIÓN ENTRE EL ESPACIAMIENTO DE LOS CAMINOS SECUNDARIOS, SU DENSIDAD Y LA DISTANCIA DE ARRASTRE

Ejemplos del uso de la relación, Densidad de caminos secundarios/Distancia de arrastre:

$$D = \frac{a}{s}$$

donde;

D = densidad de caminos secundarios en metros por ha.
D = densidad de caminos secundarios en metros por hectárea.
s = distancia media de arrastre en metros.
a = factor de "eficacia de los caminos ", que varía entre:

5 y 9, dependiendo de la topografía;
4 - 5 para terreno llano,
5 - 7 para terreno montuoso,
7 - 9 para terreno empinado,
9 ó más para terreno muy empinado, topografía escabrosa.

Ejemplo 1: Una densidad de caminos es de 80 metros (0,08 km.) por ha. en topografía ondulada, en que el factor $a = 6$. La distancia media de arrastre es:

$$s = 6 / 0{,}08 = 75 \text{ metros}$$

Ejemplo 2: Si la distancia media de arrastre es de 200 m. (0,2 km.) en topografía montuosa, en que el factor de "eficacia de los caminos" se estima que es de 6,5, la densidad de los caminos secundarios se calcula del modo siguiente:

$$D = 6{,}5 / 0{,}2 = 32{,}5 \text{ m por ha.}$$

Anexo 8

CONVERSIÓN DE PENDIENTES, ENTRE GRADOS, PORCENTAJES DE PENDIENTE Y GRADIENTES

Este anexo muestra cómo las pendientes expresadas en una unidad pueden transformarse en otra,

- *Pendiente % = tangente (pendiente en °) * 100*

  ejemplos: (a) una pendiente del 36,4% = tan. 200 x 100
  (b) una pendiente del 30,5% = tan. 170 x 100

- *Pendiente ° = cotangente (pendiente en % / 100)*

  ejemplos: (a) una pendiente del 7,97% = cot.(14,0 / 100)
  (b) una pendiente del 21,8% = cot.(40,0 / 100)

- *Pendiente % = Gradiente * 100*

Donde el gradiente se expresa como una fracción, p.ej. 1:4, ó 1/4

ejemplos: (a) una pendiente del 25% = (1 / 4)*100 = 0,25*100
- para un gradiente de 1:4
(b) una pendiente del 12,5% = (1 / 8)*100 = 0,125*100
- para un gradiente de 1:8

Gradiente = 100 / Pendiente %

ejemplos: (a) un gradiente de 1 por 15 (ó 1 : 15)
= 100 / 15 = 6,6% de pendiente
(b) un gradiente de 1 por 20 (ó 1 : 20)
= 100 / 20 = 5% de pendiente

COSTES DE LA ORDENACIÓN DEL BOSQUE TROPICAL

A, Determinación del punto de coste total mínimo

Este ejemplo muestra cómo puede determinarse el coste total mínimo diario de una operación de plantación de enriquecimiento. En este ejemplo se reduce al mínimo la suma de dos elementos de coste: el coste medio diario empleado en caminar (desde un camino de acceso) y el coste medio diario de plantar. Los supuestos son los siguientes:

(a) La brigada de plantación incluye 10 personas.
(b) El pago por persona es de 0,50 $ por hora (5 $/hora para la brigada de 10 personas).
(c) El coste medio de la mano de obra en la plantación de enriquecimiento es de 2,00 $ por ha.
(d) La distancia total que se anda cada día es un recorrido de ida y vuelta que se incrementa en 400 metros diarios.
(e) La superficie plantada diariamente por cada miembro de la brigada disminuye en una hectárea cada día porque la distancia a recorrer a pie se incrementa en 400 metros diarios.

Col. 1 - unidad física (metros), que cambia en una cuantía constante.
Col. 2 - unidad física (tiempo), que cambia en una cuantía relacionada, en este ejemplo, con la Col. 1.
Col. 3 - dimensión de la brigada (10) x 5$ (0,50$ x 10) x una fracción de hora (y minutos/60)
Col. 4 - unidad física (superficie), que cambia en una cuantía relacionada, en este ejemplo, con la Col. 1.
Col. 5 - superficie plantada/día/brigada de 10 personas x 2$ por hora.
Col. 6 - Col. 3 + Col. 5.

Observando, veremos que el coste diario total del tiempo de recorrido a pie desde un camino hasta el sitio de plantación aumenta a medida que aumenta la distancia recorrida. La superficie plantada cada día y el coste diario de plantación disminuyen constantemente a medida que aumenta la distancia a

recorrer. El coste mínimo total diario (15,83 $) se obtiene cuando la brigada camina unos 700 metros para llegar a la zona de plantación, o sea, un recorrido de ida y vuelta de unos 1.400 metros. El coste mínimo diario de 15,83 $ se obtiene del modo siguiente:

{0,50$/hora x 10 (tamaño de la brigada)} x {fracción de hora (70 min/60 min)} + {10 $(coste de plantación/brigada/día)} = (5$ x 70 min/60 min) + 10$ = 15,83$

Distancia total recorrida a pie por persona/día (metros)	*Tiempo de recorrido por persona/día (minutos)*	*Coste total de recorrido a pie por día/brigada ($)*	*Superficie plantada/ brigada/ Día (ha)*	*Coste de plantación por brigada/día ($)*	*Coste total diario ($)* col.(3)+(5)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
200	20	1,66	8	16,00	17,66
600	35	2,92	7	14,00	16,92
1000	50	4,17	6	12,00	16,17
1400	70	5,83	5	10,00	15,83
1800	95	7,92	4	8,00	15,92
2200	140	11,67	3	6,00	17,67
2600	180	15,00	2	4,00	19,00
3000	220	18,33	1	2,00	20,83
3200	240	20,00	1,5	1,00	21,00

Otro resultado del análisis es la sensibilidad del coste total a las desviaciones a partir del punto de coste mínimo. En este ejemplo hay poco cambio real en el coste total cuando la distancia recorrida aumenta hasta unos 2.200 metros. Como se ve, el coste total diario aumenta fuertemente a partir de este punto. Este punto de coste mínimo sólo se debe emplear como orientación general, porque habrá que tener en cuenta también otros problemas prácticos de la ordenación, como el espaciamiento de los caminos y el porcentaje de éxito de la plantación.

B. Análisis del coste de equilibrio

Ejemplo del coste de equilibrio en la construcción de caminos a mano y con bulldozer, que incluye cierto trabajo de desmonte y terraplén. Los supuestos son:

(a) El coste variable del trabajo a mano es 0,60$/m³
(b) El coste fijo para el método manual es de 10$ en la instalación de un campamento sencillo para almorzar.
(c) El coste variable del trabajo con bulldozer es de 0,30$/m³
(d) El coste fijo de trasladar un bulldozer y un remolque de combustible hasta el lugar de trabajo es de 120$.
(e) El trabajo con máquina es el método 1 (C1) y el trabajo manual es el método 2 (C2).

Utilizando la ecuación:

$$O = \frac{(C1_{fijo} - C2_{fijo})}{(C2_{variable} - C1_{variable})}$$

el punto de equilibrio es $O = 367$ por m³. Se obtiene del modo siguiente:

$$O = (120 - 10) / (0,60 - 0,30) = 367\$ \text{ por } m^3.$$

Cada vez resulta más rentable utilizar un bulldozer cuando el volumen de terraplén excede de 367$ por m³. Por el contrario, la construcción manual cabe esperar que sea más rentable si el volumen del terraplén es inferior a 367 m³.

Anexo 10

EJEMPLOS DE EVALUACIÓN DE LA MADERA EN PIE BASADA EN LOS PRECIOS DE EXPORTACIÓN DE LAS TROZAS

A. *Ejemplo sencillo*

Este ejemplo muestra la forma de realizar la evaluación de la madera en pie basándose en los precios de exportación de las trozas. Expone cómo contribuyen los costes fijos y los variables en la estructura de costes de la evaluación de la madera en pie.

Variables de precios y costes	*Precios y costes medios ($/m³)*	*Costes ($/m³)*	
		Costes variables	*Costes fijos*
Precio de exportación de las trozas	200		
Menos costes de manipulación en puerto	15	15	
Menos costes de transporte de caminos			
- construcción de caminos	10		10
- gastos generales de transporte	3		3
- desembosque, carga	22	22	
- beneficio normal del capital	6		6
Valor de las trozas a borde de camino/cargadero	144		
Menos costes de producción de trozas			
- gastos generales de explotación	6		6
- apeo y concesión	19	19	
- beneficio normal del capital	6		6
Valor resultante de la madera en pie	**113$/m³**		

B. Ejemplo comparativo

Este ejemplo muestra cómo puede utilizarse la evaluación de la madera en pie para comparar los valores resultantes, en base a los precios de exportación de las trozas, en dos opciones distintas, cuando las variables de precios y costes son diferentes para cada opción.

Variables de precios y costes	***Precios y costes medios ($/m³), Opción A***	***Precios y costes medios ($/m³), Opción B***
Precio de exportación de las trozas	200	220
Menos cargas de manipulación en puerto	15	15
Menos costes de transporte de caminos		
- construcción de caminos	10	14
- gastos generales de transporte	3	4
- transporte, carga	22	25
- beneficio normal del capital	6	6
Valor de las trozas a borde de camino/cargadero	144	156
Menos costes de producción de las trozas		
- gastos generales de explotación	6	6
- apeo y recogida	19	22
- beneficio normal del capital	6	6
Valor resultante de la madera en pie	**113$/m³**	**122$/m³**

C. *Evaluación de la madera en pie basada en la producción de madera terciada*

Este ejemplo muestra cómo se puede deducir el valor de la madera en pie a partir de los precios de mercado de los productos elaborados. En este ejemplo se utilizan los precios de la madera terciada y de las astillas para pasta. El mismo sistema se puede aplicar para la madera aserrada.

Precios y costes variables	***Valores ($/m³) Productos***	***Valores ($/m³) Trozas***
Precio de venta de madera terciada	480	
Precio equivalente de venta de madera terciada /m³ de trozas empleadas (factor de recuperación; 0,5 m³/m³ de trozas)		240
Precio de venta de astillas para pasta	60	
Precio equivalente de venta de astillas /m³ de trozas empleadas (factor de recuperación; 0,3 m³/m³ de trozas)		18
Precio equivalente de venta de madera terciada y astillas por m³ de trozas utilizadas		258
Menos costes de fabricación de madera terciada convertidos sobre la base del consumo de un m³ de trozas		90
Menos costes de manipulación, transporte y explotación		60
Ingresos equivalentes de transformación		108
Menos margen de beneficio y riesgo (sobre la explotación maderera y la fabricación de madera terciada)		40
Valor estimado equivalente de la madera en pie		**68$/m³**

Anexo 11

EL ANÁLISIS ECONÓMICO COMO INSTRUMENTO DE LA ORDENACIÓN FORESTAL

A. *Ejemplo práctico de cálculo del valor descontado*

El cálculo del valor descontado se puede utilizar para determinar los valores actuales de los valores futuros de costes y beneficios. Utilizando la fórmula básica del descuento, presentada en el Capítulo II.2.2.2, los pasos que incluye el descuento de un valor futuro a su valor actual, son los siguientes:

$$VA = VF_n\left(\frac{1}{(1+i)^n}\right)$$

donde:
- VA = valor actual,
- VF_n = valor futuro en el año n.
- i = tasa de descuento.
- n = número de años.

Suponiendo una tasa de interés del 6 por ciento, el valor actual de un pago de 1.000 $ que tendrá lugar dentro de tres años se calcula de la forma siguiente:

Paso 1:

$$VA = \$1.000 * \left(\frac{1}{(1+0{,}06)^3}\right)$$

Paso 2:

$$VA = \$1.000 * \left(\frac{1}{1{,}06^3}\right)$$

Paso 3:

$$VA = 1.000\$ * 0{,}8396 = \underline{839{,}60\$}$$

A. *Ejemplo de hoja de cálculo diseñada para la ordenación de un bosque tropical – Análisis del flujo de caja descontado– PARTE I*

TÍTULO DEL ANÁLISIS

PARTIDAS	AÑO -1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
INGRESOS																	
CANTIDADES (m^3 o Kg/ha)																	
Productos no maderables (kg/ha)	10										10						
Trozas para aserrar (m^3/ha)		15															
Trozas para chapas (m^3/ha)		20															
VALORES ($/$m^3$ o kg)																	
Productos no maderables ($/kg)	8 $										8 $						
Trozas para aserrar ($/$m^3$)		18 $															
Trozas para chapas ($/$m^3$)		35 $															
BENEFICIOS ($/ha)																	
Productos no maderables ($/ha)	80 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	80 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $
Trozas para aserrar ($/ha)	0 $	270 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $
Trozas para chapas ($/ha)	0 $	700 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $
INGRESOS ($/ha)	80 $	970 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	80 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $
COSTES ($/ha)																	
Planificación	20	10 $	10 $				1 $				1 $				10 $	10 $	
Plantación (incl.material plant.)			120 $														
Limpieza de liberación				60 $													
Claras								30$									30 $
IFC			5 $			5 $			5 $			5 $			5 $	5 $	
Corta de trepadoras	35 $																
Aprovechamiento de trozas		500 $															
Aprovechamientos no maderables		2 $				2$				12 $				2 $			
Muestreo de diagnóstico				12 $													
Mantenimiento de caminos		15 $	5 $	3 $							3 $						
Protección contra incendios	0,5 $	10 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $
Ordenac. de cuencas hidrográficas			5 $		5 $		5 $		5 $		5 $		5 $		5 $	5 $	5 $
Gastos generales de administrac.	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5$	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $
COSTES TOTALES ($/ha)	56 $	538 $	146 $	76 $	6 $	8 $	7 $	31 $	11 $	13 $	10 $	6 $	6 $	3 $	21 $	14 $	36 $
FLUJO DE CAJA NETO ($/ha)	24 $	433 $	(146$)	(76 $)	(6 $)	(8 $)	(7 $)	(31 $)	(11 $)	(13 $)	(10 $)	(6 $)	(6 $)	(3 $)	(21 $)	(14 $)	(36 $)

VALORES ACTUALES NETOS:

Tasas de descuento	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
Valores	221 $	213 $	208 $	204 $	200 $	198 $	196 $	194 $	192 $	191 $	189 $	188 $	187 $

B. *Ejemplo de hoja de cálculo diseñada para la ordenación de un bosque tropical – Análisis del flujo de caja descontado– PARTE II*

TÍTULO DEL ANÁLISIS

	AÑO																
PARTIDAS	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
INGRESOS																	
CANTIDADES (m^3 o Kg/ha)																	
Productos no maderables (kg/ha)			10									10					
Trozas para aserrar (m^3/ha)															15		
Trozas para chapas (m^3/ha)															20		
VALORES ($/$m^3$ o kg)																	
Productos no maderables ($/kg)			8 $									8 $					
Trozas para aserrar ($/$m^3$)															18 $		
Trozas para chapas ($/$m^3$)															35 $		
BENEFICIOS ($/ha)																	
Productos no maderables ($/ha)	0 $	0 $	80 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	80 $	80 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $
Trozas para aserrar ($/ha)	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	270 $	0 $	0 $
Trozas para chapas ($/ha)	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	700 $	0 $	0 $
INGRESOS ($/ha)	0 $	0 $	80 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	0 $	80 $	80 $	0 $	0 $	970 $	0 $	0 $
COSTES ($/ha)																	
Planificación			1 $				1 $				1 $				20 $	10 $	10 $
Plantación (incl.material plant.)																	
Limpieza de liberación																	10 $
Claras																	
IFC	5 $			5 $			5 $			5 $			5 $			5 $	
Corta de trepadoras														35 $			
Aprovechamiento de trozas															500 $		
Aprovechamientos no maderables	12 $				2 $				12 $				2 $				2 $
Muestreo de diagnóstico																	
Mantenimiento de caminos					3 $							3 $		15 $	5 $	3 $	
Protección contra incendios	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $
Ordenac. de cuencas hidrográficas		5 $		5 $		5 $		5 $		5 $		5 $		5 $		5 $	
Gastos generales de administrac.	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $	0,5 $
COSTES TOTALES ($/ha)	18 $	6 $	2 $	11 $	6 $	6 $	7 $	6 $	13 $	11 $	2 $	9 $	8 $	56 $	526 $	24 $	23 $
FLUJO DE CAJA NETO ($/ha)	(18$)	(6 $)	(2 $)	(11 $)	(6 $)	(6 $)	(7 $)	(6 $)	(13 $)	(11 $)	(2 $)	(71 $)	(8 $)	(56 $)	(444$)	(24 $)	(23 $)

VALORES ACTUALES NETOS:

Tasas de descuento	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
Valores	221 $	213 $	208 $	204 $	200 $	198 $	196 $	194 $	192 $	191 $	189 $	188 $	187 $

Anexo 12 TABLAS DE FACTORES DE DESCUENTO

A. *Años 1 a 10*

Tasa %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,9524	0,9070	0,8638	0,8227	0,7835	0,7462	0,7107	0,6768	0,6446	0,6139
6	0,9434	0,8900	0,8396	0,7921	0,7473	0,7050	0,6651	0,6274	0,5919	0,5584
7	0,9346	0,8734	0,8163	0,7629	0,7130	0,6663	0,6228	0,5820	0,5439	0,5083
8	0,9259	0,8573	0,7938	0,7350	0,6806	0,6302	0,5835	0,5403	0,5002	0,4632
9	0,9174	0,8417	0,7722	0,7084	0,6499	0,5963	0,5470	0,5019	0,4604	0,4224
10	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132	0,4665	0,4241	0,3855
11	0,9009	0,8116	0,7312	0,6587	0,5935	0,5346	0,4817	0,4339	0,3909	0,3522
12	0,8929	0,7972	0,7118	0,6355	0,5674	0,5066	0,4523	0,4039	0,3606	0,3220
13	0,8850	0,7831	0,6931	0,6133	0,5428	0,4803	0,4251	0,3762	0,3329	0,2946
14	0,8772	0,7695	0,6750	0,5921	0,5194	0,4556	0,3996	0,3506	0,3075	0,2697
15	0,8696	0,7561	0,6575	0,5718	0,4972	0,4323	0,3759	0,3269	0,2843	0,2472
16	0,8621	0,7432	0,6407	0,5523	0,4761	0,4104	0,3538	0,3050	0,2630	0,2267
17	0,8547	0,7305	0,6244	0,5337	0,4561	0,3898	0,3332	0,2848	0,2434	0,2080
18	0,8475	0,7182	0,6086	0,5158	0,4371	0,3704	0,3139	0,2660	0,2255	0,1911
19	0,8403	0,7062	0,5934	0,4987	0,4190	0,3521	0,2959	0,2487	0,2090	0,1756
20	0,8333	0,6944	0,5787	0,4823	0,4019	0,3349	0,2791	0,2326	0,1938	0,1615

Anexo 12 *B.* *Años 11 a 20*

Tasa %	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	0,5847	0,5568	0,5303	0,5051	0,4810	0,4581	0,4363	0,4155	0,3957	0,3769
6	0,5268	0,4970	0,4688	0,4423	0,4173	0,3936	0,3714	0,3503	0,3305	0,3118
7	0,4751	0,4440	0,4150	0,3878	0,3624	0,3387	0,3166	0,2959	0,2765	0,2584
8	0,4289	0,3971	0,3677	0,3405	0,3152	0,2919	0,2703	0,2502	0,2317	0,2145
9	0,3875	0,3555	0,3262	0,2992	0,2745	0,2519	0,2311	0,2120	0,1945	0,1784
10	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394	0,2176	0,1978	0,1799	0,1635	0,1486
11	0,3173	0,2858	0,2575	0,2320	0,2090	0,1883	0,1696	0,1528	0,1377	0,1240
12	0,2875	0,2567	0,2292	0,2046	0,1827	0,1631	0,1456	0,1300	0,1161	0,1037
13	0,2607	0,2307	0,2042	0,1807	0,1599	0,1415	0,1252	0,1108	0,0981	0,0868
14	0,2366	0,2076	0,1821	0,1597	0,1401	0,1229	0,1078	0,0946	0,0829	0,0728
15	0,2149	0,1869	0,1625	0,1413	0,1229	0,1069	0,0929	0,0808	0,0703	0,0611
16	0,1954	0,1685	0,1452	0,1252	0,1079	0,0930	0,0802	0,0691	0,0596	0,0514
17	0,1778	0,1520	0,1299	0,1110	0,0949	0,0811	0,0693	0,0592	0,0506	0,0433
18	0,1619	0,1372	0,1163	0,0985	0,0835	0,0708	0,0600	0,0508	0,0431	0,0365
19	0,1476	0,1240	0,1042	0,0876	0,0736	0,0618	0,0520	0,0437	0,0367	0,0308
20	0,1346	0,1122	0,0935	0,0779	0,0649	0,0541	0,0451	0,0376	0,0313	0,0261

Anexo 12 C. *Años 21 a 30*

Tasa %	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5	0,3589	0,3419	0,3256	0,3101	0,2953	0,2812	0,2678	0,2551	0,2429	0,2314
6	0,2942	0,2775	0,2618	0,2470	0,2330	0,2198	0,2074	0,1956	0,1846	0,1741
7	0,2415	0,2257	0,2109	0,1971	0,1842	0,1722	0,1609	0,1504	0,1406	0,1314
8	0,1987	0,1839	0,1703	0,1577	0,1460	0,1352	0,1252	0,1159	0,1073	0,0994
9	0,1637	0,1502	0,1378	0,1264	0,1160	0,1064	0,0976	0,0895	0,0822	0,0754
10	0,1351	0,1228	0,1117	0,1015	0,0923	0,0839	0,0763	0,0693	0,0630	0,0573
11	0,1117	0,1007	0,0907	0,0817	0,0736	0,0663	0,0597	0,0538	0,0485	0,0437
12	0,0926	0,0826	0,0738	0,0659	0,0588	0,0525	0,0469	0,0419	0,0374	0,0334
13	0,0768	0,0680	0,0601	0,0532	0,0471	0,0417	0,0369	0,0326	0,0289	0,0256
14	0,0638	0,0560	0,0491	0,0431	0,0378	0,0331	0,0291	0,0255	0,0224	0,0196
15	0,0531	0,0462	0,0402	0,0349	0,0304	0,0264	0,0230	0,0200	0,0174	0,0151
16	0,0443	0,0382	0,0329	0,0284	0,0245	0,0211	0,0182	0,0157	0,0135	0,0116
17	0,0370	0,0316	0,0270	0,0231	0,0197	0,0169	0,0144	0,0123	0,0105	0,0090
18	0,0309	0,0262	0,0222	0,0188	0,0160	0,0135	0,0115	0,0097	0,0082	0,0070
19	0,0259	0,0218	0,0183	0,0154	0,0129	0,0109	0,0091	0,0077	0,0064	0,0054
20	0,0217	0,0181	0,0151	0,0126	0,0105	0,0087	0,0073	0,0061	0,0051	0,0042

Anexo 12 *D.* *Años 31 a 40*

Tasa %	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
5	0,2204	0,2099	0,1999	0,1904	0,1813	0,1727	0,1644	0,1566	0,1491	0,1420
6	0,1643	0,1550	0,1462	0,1379	0,1301	0,1227	0,1158	0,1092	0,1031	0,0972
7	0,1228	0,1147	0,1072	0,1002	0,0937	0,0875	0,0818	0,0765	0,0715	0,0668
8	0,0920	0,0852	0,0789	0,0730	0,0676	0,0626	0,0580	0,0537	0,0497	0,0460
9	0,0691	0,0634	0,0582	0,0534	0,0490	0,0449	0,0412	0,0378	0,0347	0,0318
10	0,0521	0,0474	0,0431	0,0391	0,0356	0,0323	0,0294	0,0267	0,0243	0,0221
11	0,0394	0,0355	0,0319	0,0288	0,0259	0,0234	0,0210	0,0190	0,0171	0,0154
12	0,0298	0,0266	0,0238	0,0212	0,0189	0,0169	0,0151	0,0135	0,0120	0,0107
13	0,0226	0,0200	0,0177	0,0157	0,0139	0,0123	0,0109	0,0096	0,0085	0,0075
14	0,0172	0,0151	0,0132	0,0116	0,0102	0,0089	0,0078	0,0069	0,0060	0,0053
15	0,0131	0,0114	0,0099	0,0086	0,0075	0,0065	0,0057	0,0049	0,0043	0,0037
16	0,0100	0,0087	0,0075	0,0064	0,0055	0,0048	0,0041	0,0036	0,0031	0,0026
17	0,0077	0,0066	0,0056	0,0048	0,0041	0,0035	0,0030	0,0026	0,0022	0,0019
18	0,0059	0,0050	0,0042	0,0036	0,0030	0,0026	0,0022	0,0019	0,0016	0,0013
19	0,0046	0,0038	0,0032	0,0027	0,0023	0,0019	0,0016	0,0013	0,0011	0,0010
20	0,0035	0,0029	0,0024	0,0020	0,0017	0,0014	0,0012	0,0010	0,0008	0,0007

Anexo 13

EJEMPLO DE CATÁLOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA ORDENACIÓN DE UN BOSQUE DE PRODUCCIÓN

Impactos potenciales negativos	*Acciones que pueden adoptarse para mitigarlos*
Dirección: Explotación maderera	
I. Suelos	1.
• Erosión: se produce perturbación del sotobosque forestal y del suelo, aumentando la susceptibilidad a la erosión del suelo. • Estabilidad de laderas: los desmontes de caminos que atraviesan terrenos inclinados y la eliminación de la vegetación de las laderas puede traducirse en deslizamientos de tierras. • Pérdida de nutrientes: pérdida de nutrientes por el aprovechamiento de trozas y aumento de la lixiviación del suelo; suelos expuestos y perturbados cuando se ha extraído la vegetación. • Temperatura: gran aumento de la temperatura después de la eliminación de la cubierta forestal; ocasiona la pérdida de organismos del suelo o la desecación de los suelos, lo que motiva la reducción de la regeneración de brinzales. • Estructura: la compactación y pérdida de materia orgánica origina cambios en la estructura del suelo, reduce la infiltración, la capacidad de retención de agua, la aireación y penetración de las raíces y también laterización.	• Evitar la explotación en la estación lluviosa; establecer criterios para la explotación maderera en laderas y cerca del agua; marcar con claridad las áreas que no se deben aprovechar. • Supervisar la explotación maderera para reducir los daños y favorecer la regeneración rápida. • Utilizar equipos y métodos de aprovechamiento de bajo impacto; reducir al mínimo las distancias de las pistas de arrastre. • Situar los cargaderos de trozas en áreas bien drenadas, fácilmente accesibles y cuesta abajo, de modo que se pueda seguir una pista de arrastre recta. • Restaurar el terreno mediante nivelación y resiembra de las áreas perturbadas. • No aprovechar los árboles enteros en áreas con bajos niveles de nutrientes.

CATÁLOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES - continuación

Impactos potenciales negativos	*Acciones que pueden adoptarse para mitigarlos*
Directos: Explotación maderera	
2. *Vegetación* • Composición de especies: la diversidad de especies disminuye con el aprovechamiento selectivo de los "mejores" árboles. Las condiciones del suelo y los regímenes de luminosidad creados por los distintos métodos de aprovechamiento influyen en las condiciones ecológicas del bosque. • Malezas: la apertura de la cubierta forestal se traduce en la invasión de malezas que impiden la regeneración natural y las operaciones de reforestación. • Quema: los despojos de los aprovechamientos pueden ser un riesgo de incendio y pueden impedir la regeneración de las especies arbóreas preferidas.	2. • Recoger información o fomentar la investigación sobre dinámica de las comunidades vegetales; recoger información sobre biología y selvicultura de tipos forestales. • Considerar o estudiar la posibilidad de aplicar diferentes sistemas selvícolas. • Elegir un sistema selvícola que consiga la regeneración y la producción sostenible de madera y reduzca al mínimo los daños forestales. • Establecimiento de reservas de tipos de bosque y especies ecológicamente importantes, garantizando que las áreas sean suficientemente extensas para conservar la diversidad biológica, los procesos ecológicos, y las características cultural e históricamente importantes.
3. *Aire* • Polvo: las actividades de explotación maderera y el transporte de trozas por caminos de tierra sin afirmar puede generar grandes cantidades de polvo en las condiciones de estación seca.	3. • Evitar la creación de áreas de terreno descubiertas y evitar, prevenir y luchar contra los incendios. • Planificar las rutas de transporte de trozas para evitar el paso por los centros de población en la estación seca.
4. *Fauna silvestre* • Pesca: sedimentación, carga de nutrientes, pueden ocasionarse cambios del caudal y de la temperatura a causa de la explotación maderera lo que se traduce en cambios de las existencias piscícolas. • Hábitat de la fauna silvestre: la interrupción del hábitat, la pérdida de especies arbóreas y arbustivas de las que depende la fauna silvestre pueden originar la interrupción de los modelos de migración. • Presencia de personas y maquinaria: perturbación de la fauna silvestre por las operaciones de construcción de caminos, explotación maderera y transporte de trozas. Furtivismo: Se aumenta el furtivismo de la fauna silvestre al facilitar el acceso del público.	4. • Hacer un inventario y recolección de los resultados de la investigación sobre las especies de fauna silvestre presentes en un área determinada. • Planificar la intensidad de los aprovechamientos, métodos y época, basándose en la información anterior. Averiguar la presencia o ausencia de especies amenazadas y de especies migratorias, a través de contactos con los profesionales de fauna silvestre del gobierno, ONGs y universidades

IMPACTOS POTENCIALES NEGATIVOS – continuación

Impactos potenciales negativos	*Acciones que pueden adoptarse para mitigarlos*
Direcciones: Explotación maderera 5. *Agua* • Caudales extremos: la infiltración del suelo y la capacidad de retención del agua de los terrenos de bosque explotado se reducen, lo que origina una escorrentía pronunciada e inundaciones cuando llega la estación lluviosa y la reducción de los caudales en las condiciones de la estación seca. • Recarga de aguas subterráneas: se reduce la recarga de los acuíferos por el agua de lluvia debido al incremento de la escorrentía. • Inundación y estancamiento: los cambios de la topografía, la obstrucción de los cursos de agua y la compactación del suelo pueden ocasionar inundaciones y estancamientos localizados. El aumento de la sedimentación altera la biología acuática natural y las características de los cursos de agua. • Aumento de la temperatura: la apertura de la cubierta de bosque adyacente a una masa de agua aumenta la temperatura de ésta, lo que puede alterar las condiciones biológicas acuáticas. • Contaminación: procedente de productos de petróleo, herbicidas y desechos orgánicos asociados con las operaciones de explotación maderera. La turbidez debida al aumento de la carga de sedimentos puede alterar la penetración de la luz solar en el bosque, lo que afecta a las plantas acuáticas y daña a las especies piscícolas.	5. • Mantener la vegetación como zonas de amortiguación adyacentes a todas las masas de agua. • Evaluar los impactos de las operaciones de aprovechamiento sobre la carga de sedimentos y nutrientes y sobre los caudales de los ríos; evaluar los métodos para reducir estos impactos. • Proporcionar instalaciones adecuadas para la recogida de desechos. • Desarrollar, adaptar y aplicar procedimientos para el uso y almacenamiento de productos químicos, combustibles y lubricantes a fin de reducir la posibilidad de contaminación del agua y el suelo.

CATÁLOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES - continuación

Impactos potenciales negativos	Acciones que pueden adoptarse para mitigarlos
Directos: Explotación maderera	
6. *Sociales y culturales*	6.
• Cambios económicos y sociales de carácter local: impactos sobre el mercado de trabajo y disponibilidad de mano de obra para la producción de alimentos; puede producirse un cambio hacia una economía más basada en el dinero, la alteración de las pautas de vida diaria y cambios en la estructura del poder político. • Tenencia de la tierra y usos forestales tradicionales: la caza, la recolección y la explotación tradicional de los recursos forestales pueden trastornarse; limitación del acceso a los recursos forestales por parte de la población local. • Infraestructura y servicios sociales: la sobrecarga de la infraestructura y los servicios sociales por la llegada de trabajadores forestales (y familias) y colonos, puede originar una serie de problemas sociales, incluidos delitos y enfermedades.	• Incorporar las comunidades locales a la planificación de la ordenación y a la ejecución de los planes • Desarrollar una infraestructura local apropiada para atender las necesidades de una mayor población local, incluida la atención sanitaria, la educación, la policía. • Proteger todos los lugares culturales de importancia, los modelos tradicionales de uso del suelo y los recursos. • Establecer una jurisdicción clara a largo plazo sobre la zona forestal para evitar aprovechamientos ilegales de trozas, colonizaciones e incendios. Vigilar la sanidad pública y adoptar las medidas para luchar contra los problemas de enfermedades.
Indirectos: Explotación maderera	
7.	7.
• Incremento del acceso: los caminos que se construyen en áreas forestales pueden servir de acceso a la población y originar una migración indeseable e incontrolada, lo que origina problemas sociales y técnicos de la ordenación forestal.	• Adoptar medidas para cerrar los caminos después de los aprovechamientos; proporcionar incentivos para evitar que la población emigre hacia los bosques donde está vigente un plan de ordenación forestal.

EJEMPLOS DE CUADROS QUE PUEDEN UTILIZARSE PARA LA VIGILANCIA Y REDACCIÓN DE INFORMES SOBRE ALGUNAS OPERACIONES FORESTALES – puede ser necesaria su adaptación para necesidades locales específicas

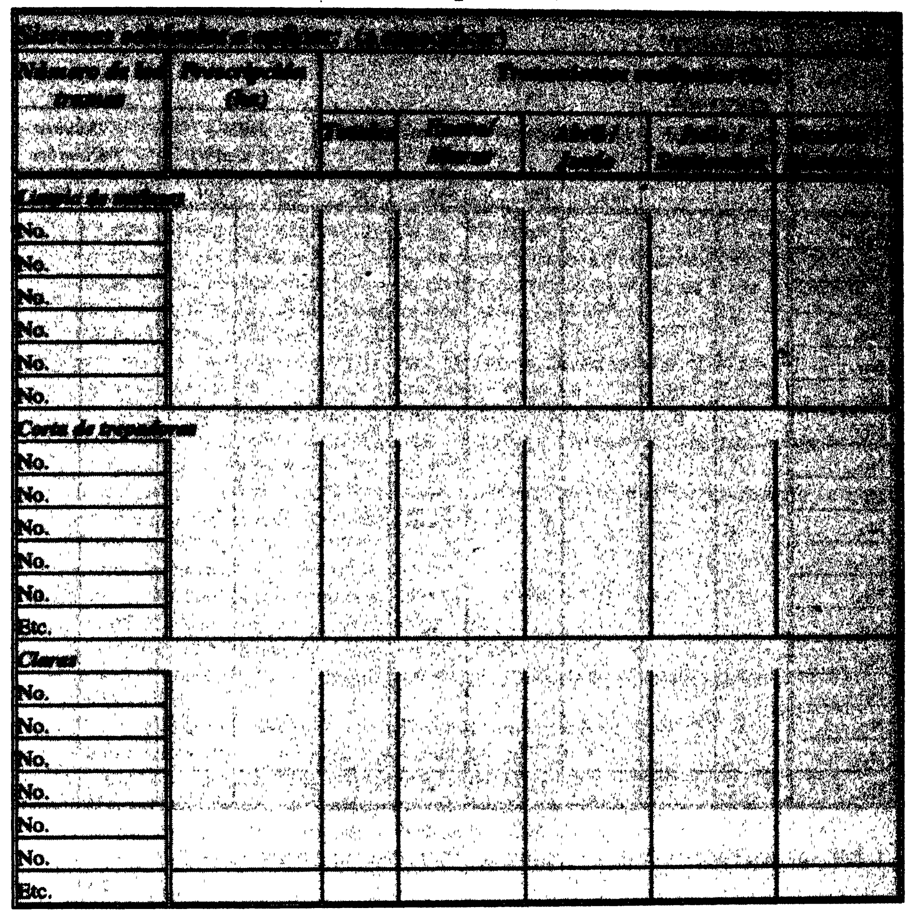
1. Definición de los límites

Características de los límites	*Longitud total de los límites*	*Informes de vigilancia*		
		Prescripción	*Realizaciones*	*Total acumulado*
	Km	*Km*	*Km*	*Km*
1. Límites naturales:				
* Ríos (a especificar)				
* Líneas costeras (cuando corresponda)				
* Divisorias (cerros/montañas)				
* Otros límites naturales (si existen; a especificar)				
2. Límites establecidos (artificiales):				
2.1 Caminos / pistas permanentes (dar sus nombres)				
2.2 Límites establecidos con bosques del Estado				
* Bosques de protección				
* Reservas Naturales				
* Parques Nacionales				
* Reservas de Fauna Silvestre				
2.3 Límites establecidos con otras unidades de ordenación forestal				

2. Mantenimiento de los límites

Denominación de los límites	Longitud total de los límites	Programa de vigilancia		
		Prescripción	Realizaciones	Total acumulado
	Km	Km	Km	Km
1. Límites naturales:				
* Río (s) (especificar)				
* [illegible]				
* Divisorias (aguas/montañas)				
* Otros límites naturales (si existen, especificar)				
2. Límites establecidos (artificiales):				
2.1 Caminos / pistas permanentes (dar sus nombres)				
2.2 Límites establecidos con bosques del Estado				
* Bosques de protección				
* Reservas Naturales				
* Parques Nacionales				
* Reservas de Fauna Silvestre				
2.3 Límites establecidos con otras unidades de ordenación forestal				

3. Operaciones de tratamientos selvícolas (incluidas la limpia de maleza, la corta y liberación de trepadoras)



[illegible]						
[illegible]	[illegible]	[illegible]				
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]						
No.						
No.						
No.						
No.						
No.						
No.						
Corta de trepadoras						
No.						
No.						
No.						
No.						
No.						
Etc.						
Claras						
No.						
No.						
No.						
No.						
No.						
No.						
Etc.						

Realizaciones de corta y aprovechamiento

[illegible]	[illegible]		[illegible]							
	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]	
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

CUADERNOS TÉCNICOS DE LA FAO

ESTUDIOS FAO: MONTES

1	Manual sobre contratos de aprovechamiento de bosques en tierras públicas, 1977 (E F I)
2	Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento, 1978 (E F I)
3	Lista mundial de escuelas forestales, 1977 (E/F/I)
3 Rev.	1. Lista mundial de escuelas forestales, 1981 (E/F/I)
3 Rev.	2. Lista mundial de escuelas forestales, 1986 (E/F/I)
4/1	La demanda, la oferta y el comercio de pasta y papel en el mundo – Vol. 1, 1977 (E F I)
4/2	La demanda, la oferta y el comercio de pasta y papel en el mundo – Vol. 2, 1978 (E F I)
5	La comercialización de las maderas tropicales, 1977 (E I)
6	National parks planning, 1976 (E** F I)
7	Actividades forestales en el desarrollo de comunidades locales, 1984 (Ar E F I)
8	Técnica de establecimiento de plantaciones forestales, 1978 (Ar C E F I*)
9	Las astillas de madera: su producción y transporte, 1978 (C E I)
10/1	Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos – 1. Principios y metodología, 1978 (E F I)
10/2	Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos – 2. Recolección de datos y cálculos, 1978 (E F I)
11	Savanna afforestation in Africa, 1977 (F I)
12	China: forestry support for agriculture, 1978 (I)
13	Precios de productos forestales 1960-1977, 1979 (E/F/I)
14	Mountain forest roads and harvesting, 1979 (I)
14 Rev.	1. Logging and transport in steep terrain, 1985 (I)
15	AGRIS forestal: catálogo mundial de los servicios de información y documentación, 1979 (E/F/I)
16	China: industrias integradas de elaboración de la madera, 1979 (E F I)
17	Análisis económico de proyectos forestales, 1980 (E F I)
17 Sup.	1. Análisis económico de proyectos forestales: estudios monográficos, 1982 (E I)
17 Sup.	2. Economic analysis of forestry projects: readings, 1980 (C I)
18	Precios de productos forestales 1960-1978, 1980 (E/F/I)
19/1	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 1, 1980 (I)
19/2	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 2, 1980 (I)
20	Mejora genética de árboles forestales, 1980 (C E F I)
20/2	Guía para la manipulación de semillas forestales, 1991 (E I)
21	Suelos de las regiones tropicales húmedas de tierras bajas – efectos causados por las especies de crecimiento rápido, 1984 (E F I)
22/1	Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento - Vol. 1. Estimación del volumen, 1980 (C E F I)
22/2	Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento - Vol. 2. Predicción del rendimiento, 1980 (C E F I)

23 Precios de productos forestales 1961-1980, 1981 (E/F/I)
24 Cable logging systems, 1981 (C I)
25 Public forestry administrations in Latin America, 1981 (I)
26 La silvicultura y el desarrollo rural, 1981 (E F I)
27 Manual of forest inventory, 1981 (F I)
28 Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo, 1982 (E I)
29 Productos forestales: oferta y demanda mundial 1990 y 2000, 1982 (E F I)
30 Los recursos forestales tropicales, 1982 (E F I)
31 Appropriate technology in forestry, 1982 (I)
32 Clasificación y definiciones de los productos forestales, 1982 (Ar/E/F/I)
33 La explotación maderera de bosques de montaña, 1984 (E F I)
34 Especies frutales forestales, 1982 (E F I)
35 Forestry in China, 1982 (C I)
36 Tecnología básica en operaciones forestales, 1983 (E F I)
37 Conservación y desarrollo de los recursos forestales tropicales, 1983 (E F I)
38 Precios de productos forestales 1962-1981, 1982 (E/F/I)
39 Frame saw manual, 1982 (I)
40 Circular saw manual, 1983 (I)
41 Métodos simples para fabricar carbón vegetal, 1983 (E F I)
42 Disponibilidades de leña en los países en desarrollo, 1983 (Ar E F I)
43 Ingresos fiscales procedentes de los montes en los países en desarrollo, 1987 (E F I)
44/1 Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos – 1. Ejemplos de África oriental, 1984 (E F I)
44/2 Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos – 2. Ejemplos del Asia sudoriental, 1985 (E F I)
44/3 Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos – 3. Ejemplos de América Latina, 1987 (E I)
45 Establishing pulp and paper mills, 1983 (I)
46 Precios de productos forestales 1963-1982, 1983 (E/F/I)
47 La enseñanza técnica forestal, 1991 (E F I)
48 Evaluación de tierras con fines forestales, 1985 (C E F I)
49 Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas, 1984 (E F I)
50 Changes in shifting cultivation in Africa, 1984 (F I)
50/1 Changes in shifting cultivation in Africa – seven case-studies, 1985 (I)
51/1 Studies on the volume and yield of tropical forest stands – 1. Dry forest formations, 1989 (F I)
52/1 Cost estimating in sawmilling industries: guidelines, 1984 (I)
52/2 Field manual on cost estimation in sawmilling industries, 1985 (I)
53 Ordenación intensiva de montes para uso múltiple en Kerala, 1985 (E F I)
54 Planificación del desarrollo forestal, 1984 (E)
55 Ordenación forestal de los trópicos para uso múltiple e intensivo, 1985 (E F I)
56 Breeding poplars for disease resistance, 1985 (I)
57 La madera de coco - Elaboración y aprovechamiento, 1986 (E I)
58 Cuidado y mantenimiento de sierras, 1989 (E I)

59 Efectos ecológicos de los eucaliptos, 1987 (C E F I)
60 Seguimiento y evaluación de proyectos forestales de participación, 1991 (E F I)
61 Precios de productos forestales 1965-1984, 1985 (E/F/I)
62 Lista mundial de instituciones que realizan investigaciones sobre bosques y productos forestales, 1985 (E/F/I)
63 Industrial charcoal making, 1985 (I)
64 Cultivo de árboles por la población rural, 1988 (Ar E F I)
65 Forest legislation in selected African countries, 1986 (F I)
66 Organización de la extensión forestal, 1988 (C E I)
67 Some medicinal forest plants of Africa and Latin America, 1986 (I)
68 Appropriate forest industries, 1986 (I)
69 Management of forest industries, 1986 (I)
70 Terminología del control de incendios en tierras incultas, 1986 (E/F/I)
71 Repertorio mundial de instituciones de investigación sobre bosques y productos forestales 1986 (E/F/I)
72 El gas de madera como combustible para motores, 1993 (E I)
73 Productos forestales: proyecciones de las perspectivas mundiales 1985-2000, 1986 (E/F/I)
74 Guidelines for forestry information processing, 1986 (I)
75 An operational guide to the monitoring and evaluation of social forestry in India, 1986 (I)
76 Wood preservation manual, 1986 (I)
77 Databook on endangered tree and shrub species and provenances, 1986 (I)
78 Appropriate wood harvesting in plantation forests, 1987 (I)
79 Pequeñas empresas de elaboración de productos del bosque, 1990 (E F I)
80 Forestry extension methods, 1987 (I)
81 Guidelines for forest policy formulation, 1987 (C I)
82 Precios de productos forestales 1967-1986, 1988 (E/F/I)
83 Trade in forest products: a study of the barriers faced by the developing countries, 1988 (I)
84 Productos forestales: proyecciones de las perspectivas mundiales 1987-2000, 1988 (E/F/I)
85 Programas de estudios para cursos de extensión forestal, 1988 (E/F/I)
86 Forestry policies in Europe, 1988 (I)
87 Explotación en pequeña escala de productos forestales madereros y no madereros con participación de la población rural, 1990 (E F I)
88 Management of tropical moist forests in Africa, 1989 (F I P)
89 Review of forest management systems of tropical Asia, 1989 (I)
90 Silvicultura y seguridad alimentaria, 1991 (Ar E I)
91 Manual de tecnología básica para el aprovechamiento de la madera, 1990 (E F I) (Publicado solamente en la Colección FAO: Capacitación, N° 18)
92 Forestry policies in Europe – An analysis, 1989 (I)
93 Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales, 1991 (E I)
94 Manual on sawmill operational maintenance, 1990 (I)
95 Precios de productos forestales 1969-1988, 1990 (E/F/I)
96 Planning and managing forestry research: guidelines for managers, 1990 (I)
97 Productos forestales no madereros: posibilidades futuras, 1992 (E I)
98 Timber plantations in the humid tropics of Africa, 1993 (F I)

99 Cost control in forest harvesting and road construction, 1992 (I)
100 Introducción a la ergonomía forestal para países en desarrollo, 1993 (E F I)
101 Ordenación y conservación de los bosques densos de América tropical, 1993 (E F I P)
102 El manejo de la investigación forestal, 1994 (E F I)
103 Plantaciones forestales mixtas y puras de zonas tropicales y subtropicales, 1995 (E F I)
104 Precios de productos forestales 1971-1990, 1992 (E/F/I)
105 Compendium of pulp and paper training and research institutions, 1992 (I)
106 Evaluación económica de las repercusiones de los proyectos forestales, 1995 (E/F/I)
107 Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales – Principios y conceptos, 1993 (E/F/I)
108 A decade of wood energy activities within the Nairobi Programme of Action, 1993 (I)
109 Directory of forestry research organizations, 1993 (I)
110 Deliberaciones de la reunión de expertos sobre investigación forestal, 1993 (E/F/I)
111 Forestry policies in the Near East region: analysis and synthesis, 1993 (I)
112 Evaluación de los recursos forestales de los países tropicales – 1990, 1994 (E F I)
113 *Ex situ* storage of seeds, pollen and *in vitro* cultures of perennial woody plant species, 1993 (I)
114 Análisis de impactos de proyectos forestales: problemas y estrategias, 1995 (E F I)
115 Forestry policies of selected countries in Asia and the Pacific, 1993 (I)
116 Les panneaux à base de bois, 1993 (F)
117 Mangrove forest management guidelines, 1993 (I)
118 Biotechnology in forest tree improvement, 1994 (I)
119 Número sin atribuir
120 Decline and dieback of trees and forests – A global overview, 1994 (I)
121 Ecología y enseñanza rural - Manual para profesores rurales del área andina, 1994 (E I)
122 Sistemas de realización de la ordenación forestal sostenible, 1995 (E F I)
123 Enseñanza forestal - Nuevas tendencias y perspectivas, 1994 (E F I)
124 Forest resources assessment 1990, Global synthesis, 1995 (E F I)
125 Precios de productos forestales 1973-1992, 1995 (E/F/I)
126 Cambio climático, bosques y ordenación forestal - Una visión de conjunto, 1995 (E F I)
127 Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices, 1997 (E F I)
128 Forest resources assessment 1990 – Tropical forest plantation resources, 1995 (I)
129 Environmental impact assessment and environmental auditing in the pulp and paper industry, 1996 (I)
130 Forest resources assessment 1990 – Survey of tropical forest cover and study of change processes, 1996 (I)
131 Ecología y enseñanza rural – Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas, 1996 (E)
132 Forestry policies of selected countries in Africa, 1996 (E/F)
133 Forest codes of practice – Contributing to environmentally sound forest operations, 1996 (E)
134 Estimating biomass and biomass change of tropical forests – A primer, 1997 (I)
135 Directrices para la ordenación de los bosques tropicales – 1. Producción de madera (E I)
136 Managing forests as common property, 1998 (I)

137 Forestry policies in the Caribbean – Volume 1: Proceedings of the Expert Consultation, 1998 (I)
137/1 Forestry policies in the Caribbean – Volume 1: Proceedings of the Expert Consultation, 1998 (E)
137/2 Forestry policies in the Caribbean – Volume 2: Reports of 28 selected countries and territories, 1998 (I)
138 FAO Meeting on Public Policies Affecting Forest Fires, 1999 (I)

Disponibilidad: octubre de 1999

Ar – Árabe
C – Chino
E – Español
F – Francés
I – Inglés
P – Portugués

Multil – Multilingüe
* Agotado
** En preparación
(E F I) = ediciones separadas en español, francés e inglés.
(E/F/I) = edición trilingüe

Los cuadernos técnicos de la FAO pueden obtenerse en los Puntos de venta autorizados de la FAO, o directamente en el Grupo de Ventas y Comercialización, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 0010 Roma, Italia.

NO: 113H1

$$\frac{330+22}{352}$$